



TESIS PM147501

**PERENCANAAN PRODUKSI DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN LEMBUR, SUB KONTRAK,
DAN PENAMBAHAN *SHIFT* KERJA DI PT SWS**

BAGAS ANINDITO SATYABHAKTI
9113201412

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. Mokhamad Suef, MSc (Eng)

DEPARTEMEN MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI
FAKULTAS BISNIS DAN MANAJEMEN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017

LEMBAR PENGESAHAN


Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

BAGAS ANINDITO
NRP. 9113201412

Tanggal Ujian : 11 Juli 2017
Periode Wisuda : September 2017

Disetujui oleh:


1. **Dr. Ir. Mokhammad Suef, MSc (Eng)**
NIP. 19650630 199003 1 002

(Pembimbing)


2. **Dr. Vita Ratnasari, S.Si., M.Si.**
NIP. 19700910 199702 2 001

(Penguji)


3. **Putu Dana Karningsih, ST, M.Eng.Sc, Ph.D**
NIP. 19740508 199903 2 001

(Penguji)

Dekan Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi


Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc.
NIP. 195903181986031001

halaman ini sengaja dikosongkan

PERENCANAAN PRODUKSI DENGAN MEMPERTIMBANGKAN LEMBUR, SUB KONTRAK, DAN PENAMBAHAN *SHIFT* KERJA DI PT SWS

Nama : Bagas Anindito Satyabhakti
NRP : 9113201412
Pembimbing : Dr. Ir. Mokhamad Suef, MSc (Eng)

ABSTRAK

PT SWS, yang merupakan cabang dari PT SWI, adalah perusahaan multi nasional yang bergerak di bidang tinta untuk kemasan komersial di Indonesia. Seiring berkembangnya waktu, permintaan tinta terus meningkat. Di samping itu, terdapat tantangan baru yaitu perubahan kebijakan di tahun 2017 yang mengharuskan PT SWS mampu memenuhi kebutuhan produksi sendiri untuk kedua jenis tinta, pasta dan cair, yang selama ini masih dibantu oleh PT SWI. Perkembangan bisnis tersebut menuntut PT SWS untuk menambah kapasitas produksi yang ada. Jika hal ini tidak segera diselesaikan maka dalam jangka pendek akan mengakibatkan tidak dapat memberikan pasokan tinta tepat waktu, secara jangka menengah tidak akan mampu untuk memberikan pasokan, jangka panjang akan mengakibatkan kehilangan kepercayaan di mata pelanggan bahkan pasar akan direbut oleh kompetitor.

Penelitian bertujuan mencari alternatif yang dapat digunakan oleh PT SWS dalam memenuhi permintaan tersebut. Opsi kapasitas produksi berupa lembur, sub kontrak, dan penambahan *shift* kerja menjadi pilihan alternatif selain secara reguler. Penelitian ini dimulai dengan membuat peramalan permintaan. Data penjualan per bulan sejak Januari 2015 hingga Desember 2016 dijadikan dasar untuk peramalan permintaan di tahun 2017 menggunakan metode ARIMA dengan bantuan perangkat lunak Minitab 17. Data biaya tenaga kerja, biaya perawatan mesin, depresiasi aset, serta biaya kelistrikan dibutuhkan untuk penyusunan struktur biaya produksi. Data volume tinta barang jadi yang sanggup dihasilkan per hari oleh masing-masing opsi dibutuhkan untuk menentukan kapasitas produksi. Kedua data ini kemudian diolah sehingga didapatkan biaya produksi per kilogram. Fungsi tujuan dari permodelan ini adalah minimalisasi biaya produksi dengan fungsi kendala permintaan, penggunaan opsi kapasitas produksi sebagai prioritas, dan volume maksimum dari masing-masing opsi kapasitas produksi. Optimasi dilakukan dengan dua skenario, yaitu reguler-*shift* kedua-sub kontrak dan reguler-lembur-sub kontrak. Hal ini dihitung menggunakan pemrograman linier metode simpleks dengan bantuan perangkat lunak LINGO 11.0. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa skenario 1 memberikan biaya produksi yang lebih murah dibandingkan skenario 2 untuk kedua jenis tinta, tinta pasta sebesar Rp297.307.603,14 dan tinta cair sebesar Rp491.361.682,05.

Kata kunci: peramalan, ARIMA, struktur biaya produksi, kapasitas produksi, minimalisasi biaya produksi

halaman ini sengaja dikosongkan

PRODUCTION PLANNING WITH OVERTIME, SUB CONTRACT, AND ADDITIONAL SHIFT WORK CONSIDERATION AT PT SWS

Name : Bagas Anindito Satyabhakti
NRP : 9113201412
Promotor : Dr. Ir. Mokhamad Suef, MSc (Eng)

ABSTRACT

PT SWS, as the branch of PT SWI, is a multi national company that engaged in the field of ink for commercial packaging in Indonesia. As time goes by, the ink demand is increasing. Besides, there is a new challenge in 2017 that obliges PT SWS have to fulfill their production order independently, both for paste and liquid ink, which so far still being supported by PT SWI. Business development requires PT SWS to do addition for existing production capacity. If this problem is not immediately resolved then in the short term will affect delay of supply, in the medium term will not be able to provide supply, and in the long term will loss the the customer's trust even the market will be seized by competitors.

The output of this research is determining other alternative ways that can be used by PT SWS to fulfill demand. Production capacity options such as overtime, sub contract, and adding 2nd shift are alternative options beside regular basis. Monthly sales data since January 2015 until December 2016 is used as the basis for forecasting demand in 2017 by using ARIMA method and supported by Minitab 17 software. Labor cost, maintenance cost, asset depreciation, and electricity cost are needed to calculate for production cost structure. The feasible volume of finished good ink volume per day for each capacity option is needed to calculate production capacity. These two datas are calculated to get cost per kilogram. The objective function of this model is minimizing cost per unit and the constraints are monthly forecasted demand, regular basis volume capacity priority and maximum volume for each production capacity option. Optimization have been done by using two scenarios, regular basis-overtime-sub contract and regular basis-2nd shift-sub contract. It was calculated by using linear programming with simplex method and supported by LINGO 11.0 software. The result showed that the 1st scenario is giving cheaper production cost than 2nd scenario for both, Rp297.307.603,14 for paste ink and Rp491.361.682,05 for liquid ink.

Keywords: forecasting, ARIMA, production cost structure, production capacity, optimization

halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Perencanaan Produksi dengan Mempertimbangkan Lembur, Sub Kontrak, dan Penambahan *Shift* Kerja di PT SWS”. Penyusunan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Manajemen Teknologi Bidang Studi Manajemen Industri di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Mokhamad Suef, MSc (Eng) selaku Kepala Departemen Manajemen Teknologi sekaligus dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam penyusunan tesis ini.
2. Bapak Dr. Techn. Ir. R.V. Hari Ginardi, MSc selaku Kepala Program Studi Magister Manajemen Teknologi yang telah memberikan arahan mengenai penyusunan tesis ini.
3. Kedua orang tua Bapak, Ibu, Mas, Nurul Anggraeni, Mbak, dan dua keponakan yang tidak pernah lelah memberikan dukungan dalam segala hal.
4. Ibu Gita Widi Bhawika, S.ST., M.MT., yang tidak henti-hentinya mengingatkan untuk segera menyelesaikan tesis ini.
5. Mas Maman Komara yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian tesis ini.
6. Staf pengajar, akademik, perpustakaan, dan rekan seangkatan yang telah banyak membantu baik selama perkuliahan maupun saat penyusunan tesis ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga proposal tesis ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu.

Surabaya, 25 Juli 2017

Bagas Anindito Satyabhakti

halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Asumsi	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.7 Struktur Penelitian	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Peramalan	9
2.1.1 Jenis Peramalan	9
2.1.2 Karakteristik Peramalan yang Baik	11
2.1.2 Metode <i>Time Series</i>	12
2.1.3 Teknik Peramalan	13
2.2 Perencanaan Produksi	18
2.2.1 Tujuan perencanaan produksi.....	18
2.2.2 Jenis perencanaan produksi.....	19
2.2.4 Perencanaan kapasitas.....	19
2.3 PT SWS.....	20
2.4 Optimasi	22
2.5 Pemrograman Linier	22
2.2.1 Asumsi pemrograman linier	24

2.2.2 Metode Simpleks	24
2.6 Posisi Penelitian.....	28
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Tahap Persiapan.....	31
3.2 Tahap Peramalan Permintaan 2017	33
3.3 Tahap Perencanaan Produksi.....	33
3.3.1 Penentuan struktur biaya produksi.....	33
3.3.2 Penentuan volume optimal	34
3.3.3 Penentuan biaya produksi per kilogram.....	35
3.4 Tahap Optimasi Permodelan	35
3.4.1 Fungsi tujuan	35
3.4.2 Fungsi kendala.....	38
3.5 Tahap Analisis Hasil & Penarikan Kesimpulan dan Saran.....	39
3.5.1 Analisis hasil dari optimasi permodelan	40
3.5.2 Penarikan kesimpulan dan saran.....	40
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	41
4.1 Peramalan Permintaan 2017.....	41
4.1.1 Data penjualan Januari 2015 – Desember 2016	41
4.1.2 Perhitungan peramalan permintaan 2017.....	43
4.2 Perencanaan Produksi	48
4.2.1 Penentuan struktur biaya produksi.....	50
4.2.2 Penentuan volume optimal yang mampu dihasilkan	92
4.2.3 Penentuan biaya produksi per kilogram.....	105
4.3 Optimasi Permodelan.....	114
4.3.1 Optimasi Permodelan Opsi Produksi Tinta Pasta.....	114
4.3.2 Optimasi Permodelan Opsi Produksi Tinta Cair	126
BAB 5 ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN.....	139
5.1 Analisis Hasil Peramalan Permintaan per Bulan di Tahun 2017	139
5.2 Analisis Hasil Optimasi Permodelan	139
5.2.1 Analisis hasil optimasi permodelan tinta pasta	139
5.2.2 Analisis hasil optimasi permodelan tinta cair.....	141

5.2 Pembahasan.....	143
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	147
6.1 Kesimpulan.....	147
6.2 Saran	148
DAFTAR PUSTAKA.....	149
LAMPIRAN	151

halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Data penjualan tinta pasta dalam kilogram.....	2
Gambar 1.2	Data penjualan tinta cair dalam kilogram.....	2
Gambar 1.3	Matriks perencanaan manajemen rantai pasok	4
Gambar 2.1	Hierarki dari <i>Headquarter</i> hingga <i>InHouse</i>	20
Gambar 3.1	Diagram alir metodologi penelitian.....	32
Gambar 4.1	Grafik Box-Cox Data Penjualan Tinta Pasta Periode Januari 2015 – Desember 2016.....	43
Gambar 4.2	Grafik Box-Cox Data Penjualan Tinta Cair Periode Januari 2015 – Desember 2016.....	44
Gambar 4.3	Grafik Box-Cox Hasil Transformasi Data Penjualan Tinta Cair Periode Januari 2015 – Desember 2016	44
Gambar 4.4	Grafik ACF Data Penjualan Tinta Pasta Periode Januari 2015 – Desember 2016.....	45
Gambar 4.5	Grafik ACF Hasil Transformasi dari Data Penjualan Tinta Cair Periode Januari 2015 – Desember 2016.....	46
Gambar 4.6	Grafik PACF Data Penjualan Tinta Pasta Periode Januari 2015 – Desember 2016.....	46
Gambar 4.7	Grafik PACF Hasil Transformasi dari Data Penjualan Tinta Cair Periode Januari 2015 – Desember 2016.....	47

halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel Persamaan Awal	26
Tabel 2.2	Tabel Simpleks Iterasi Pertama	27
Tabel 2.3	Tabel Simpleks Iterasi Kedua	28
Tabel 2.4	Tabel Simpleks Optimum	28
Tabel 2.5	Posisi Penelitian.....	29
Tabel 4.1	Data Penjualan Tinta Januari 2015 – Desember 2016.....	41
Tabel 4.2	Data Hasil Peramalan Permintaan per Bulan di Tahun 2017.....	48
Tabel 4.3	Jumlah Hari dan Jam Kerja Efektif di Tahun 2017	49
Tabel 4.4	Data Lembur di Tahun 2017	50
Tabel 4.5	Biaya Tenaga Kerja Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta	51
Tabel 4.6	Biaya Listrik Mesin Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta	52
Tabel 4.7	Biaya Listrik Mesin Opsi Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017.....	53
Tabel 4.8	Biaya Depresiasi Mesin Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta	53
Tabel 4.9	Biaya Perawatan Mesin Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta	54
Tabel 4.10	Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta.....	54
Tabel 4.11	Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017	55
Tabel 4.12	Struktur Biaya Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017	57
Tabel 4.12	Biaya Tenaga Kerja Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Pasta	58
Tabel 4.13	Biaya Listrik Mesin Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Pasta	58
Tabel 4.14	Biaya Listrik Mesin Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017.....	59
Tabel 4.15	Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Pasta.....	60
Tabel 4.16	Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017	61

Tabel 4.17	Total Struktur Biaya Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017	61
Tabel 4.18	Biaya Tenaga Kerja Opsi Lembur Produksi Pasta	63
Tabel 4.19	Biaya Tenaga Kerja Opsi Lembur Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017	63
Tabel 4.20	Biaya Listrik Mesin Opsi Lembur Produksi Tinta Pasta	64
Tabel 4.21	Biaya Listrik Mesin Opsi Lembur Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017	65
Tabel 4.22	Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi Lembur Produksi Tinta Pasta	65
Tabel 4.23	Biaya Listrik Komputer dan Lampu di Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017	66
Tabel 4.24	Struktur Biaya Opsi Lembur Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017	67
Tabel 4.25	Biaya Tenaga Kerja Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> MCMO Produksi Tinta Pasta	68
Tabel 4.26	Biaya Depresiasi Mesin Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> MCMO Produksi Tinta Pasta	68
Tabel 4.27	Biaya Transportasi Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> MCMO Produksi Tinta Pasta	69
Tabel 4.28	Struktur Biaya Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> MCMO Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017	69
Tabel 4.29	Biaya Tenaga Kerja Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> LAMIPAK Produksi Tinta Pasta	70
Tabel 4.30	Biaya Depresiasi Mesin Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> LAMIPAK Produksi Tinta Pasta	71
Tabel 4.31	Biaya Transportasi Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> LAMIPAK Produksi Tinta Pasta	71
Tabel 4.32	Struktur Biaya Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> LAMIPAK Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017	71
Tabel 4.33	Biaya Tenaga Kerja Opsi Reguler Produksi Tinta Cair	72

Tabel 4.34 Biaya Listrik Mesin Opsi Reguler Produksi Tinta Cair	72
Tabel 4.35 Biaya Listrik Mesin Opsi Reguler Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017.....	73
Tabel 4.36 Biaya Depresiasi Mesin Opsi Reguler Produksi Tinta Cair.....	74
Tabel 4.37 Biaya Perawatan Mesin Opsi Reguler Produksi Tinta Cair	74
Tabel 4.38 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi Reguler Produksi Tinta Cair	75
Tabel 4.39 Total Struktur Biaya Opsi Reguler Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017.....	77
Tabel 4.40 Biaya Tenaga Kerja Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Cair	78
Tabel 4.41 Biaya Listrik Mesin Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Cair	78
Tabel 4.42 Biaya Listrik Mesin Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017.....	79
Tabel 4.43 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Cair.....	80
Tabel 4.44 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017	81
Tabel 4.45 Total Struktur Biaya Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017.....	82
Tabel 4.45 Biaya Tenaga Kerja Opsi Lembur Produksi Tinta Cair	83
Tabel 4.46 Biaya Tenaga Kerja Opsi Lembur Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017.....	83
Tabel 4.47 Biaya Listrik Mesin Opsi Lembur Produksi Tinta Cair	84
Tabel 4.48 Biaya Listrik Mesin Opsi Lembur Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017.....	84
Tabel 4.49 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi Lembur Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017	85
Tabel 4.50 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi Lembur Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017	86
Tabel 4.51 Struktur Biaya Opsi Lembur Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017.....	87

Tabel 4.52 Biaya Tenaga Kerja Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri	88
Tabel 4.53 Biaya Depresiasi Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri	88
Tabel 4.54 Biaya Transportasi Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri	89
Tabel 4.55 Struktur Biaya Opsi Lembur Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017	89
Tabel 4.56 Biaya Tenaga Kerja Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru Produksi Tinta Cair	90
Tabel 4.57 Biaya Depresiasi Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru Produksi Tinta Cair	90
Tabel 4.58 Biaya Transportasi Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru Produksi Tinta Cair	91
Tabel 4.59 Struktur Biaya Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017	91
Tabel 4.60 Volume Optimal Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta	92
Tabel 4.61 Volume Optimal Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017	93
Tabel 4.62 Volume Optimal Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Pasta	93
Tabel 4.63 Volume Optimal Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017	94
Tabel 4.64 Volume Optimal Opsi Lembur Produksi Tinta Pasta	95
Tabel 4.65 Volume Optimal Opsi Lembur Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017	95
Tabel 4.66 Volume Optimal Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> MCMO Produksi Tinta Pasta	96
Tabel 4.67 Volume Optimal Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> MCMO Produksi Tinta Pasta	96
Tabel 4.68 Volume Optimal Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> LAMIPAK Produksi Tinta Pasta	97
Tabel 4.69 Volume Optimal Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> LAMIPAK Produksi Tinta Pasta	98
Tabel 4.70 Volume Optimal Opsi Reguler Produksi Tinta Cair	99

Tabel 4.71	Volume Optimal Opsi Reguler Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017.....	99
Tabel 4.72	Volume Optimal Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Cair.....	100
Tabel 4.73	Volume Optimal Opsi <i>Shift</i> Kedua Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017.....	100
Tabel 4.74	Volume Optimal Opsi Lembur Produksi Tinta Cair	101
Tabel 4.75	Volume Optimal Opsi Lembur Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017.....	102
Tabel 4.76	Volume Optimal Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri Produksi Tinta Cair	102
Tabel 4.77	Volume Optimal Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017	103
Tabel 4.78	Volume Optimal Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru Produksi Tinta Cair.....	104
Tabel 4.79	Volume Optimal Opsi Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017	104
Tabel 4.80	Biaya Produksi Tinta Pasta (C_1).....	105
Tabel 4.81	Volume Optimal Produksi Tinta Pasta (V_1).....	106
Tabel 4.82	Biaya Produksi Tinta Pasta per kilogram (B_1)	108
Tabel 4.83	Biaya Produksi Tinta Cair (C_2)	109
Tabel 4.84	Volume Optimal Produksi Tinta Cair (V_2)	111
Tabel 4.85	Biaya Produksi Tinta Cair per kilogram (B_2).....	112
Tabel 4.86	Data Hasil Optimasi Skenario 1 Produksi Tinta Pasta	120
Tabel 4.87	Data Hasil Optimasi Skenario 2 Produksi Tinta Pasta	125
Tabel 4.88	Data Hasil Optimasi Skenario 1 Produksi Tinta Cair	132
Tabel 4.89	Data Hasil Optimasi Skenario 2 Produksi Tinta Cair	137
Tabel 5.1	Data Hasil Optimasi Skenario 1 Produksi Tinta Pasta	140
Tabel 5.2	Data Hasil Optimasi Skenario 2 Produksi Tinta Pasta	141
Tabel 5.3	Data Hasil Optimasi Skenario 1 Produksi Tinta Cair	141
Tabel 5.4	Data Hasil Optimasi Skenario 2 Produksi Tinta Cair	142
Tabel 5.5	Selisih Biaya Skenario 1 dan Skenario 2 Produksi Tinta Pasta	143

Tabel 5.6	Selisih Biaya Skenario 1 dan Skenario 2 Produksi Tinta Cair	144
-----------	---	-----

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bagian pedahuluan ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah pada penelitian, perumusan masalah termasuk batasan masalah dan asumsi, tujuan serta manfaat penelitian.

1.1 Latar Belakang Masalah

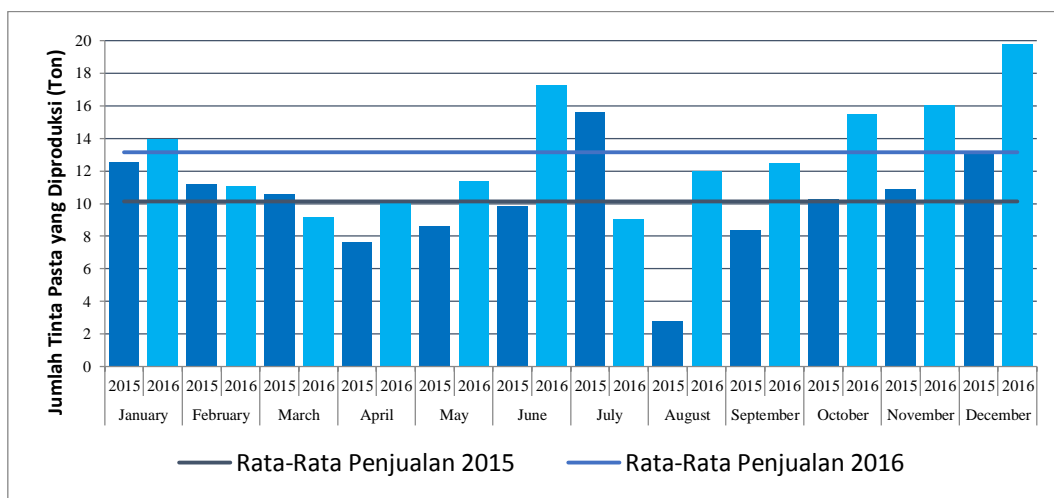
Akselerasi laju pertumbuhan bisnis saat ini menuntut pelaku industri untuk terus berinovasi dalam mempertahankan dan meningkatkan keunggulan kompetitif perusahaan. Keunggulan kompetitif merupakan kemampuan organisasi untuk memformulasikan strategi dan sumber daya yang membedakan perusahaan secara bersaing dan mencerminkan kepribadiannya sehingga perusahaan mendapatkan pengembalian investasi diatas rata-rata. Keunggulan kompetitif muncul ketika strategi yang digunakan perusahaan tidak dapat ditiru atau terlalu mahal untuk ditiru oleh pesaing dan pada akhirnya menciptakan nilai lebih untuk pelanggan.

Berbagai manuver dilakukan suatu perusahaan dalam mewujudkan peningkatan keunggulan kompetitif. Perusahaan dituntut untuk mampu mengoptimalkan semua aspek daya saing yang dimiliki sehingga kinerja bisnis akan menjadi lebih maksimal. Salah satu aspek fundamental yang harus dimiliki oleh suatu perusahaan dalam meningkatkan daya saing bisnis adalah efisiensi kinerja produksi. Proses produksi merupakan salah satu penentu keberhasilan dalam suatu industri di samping fungsi-fungsi pendukung lainnya seperti keuangan, pemasaran, penelitian dan pengembangan, dan lain-lain. Tidak hanya harus semakin kreatif dan inovatif dalam mengembangkan produk serta merespon pasar, tetapi juga strategi operasi harus difokuskan pada pencapaian produktivitas dengan menghasilkan kualitas dan kuantitas yang baik sehingga dapat berkontribusi tinggi terhadap profitabilitas perusahaan.

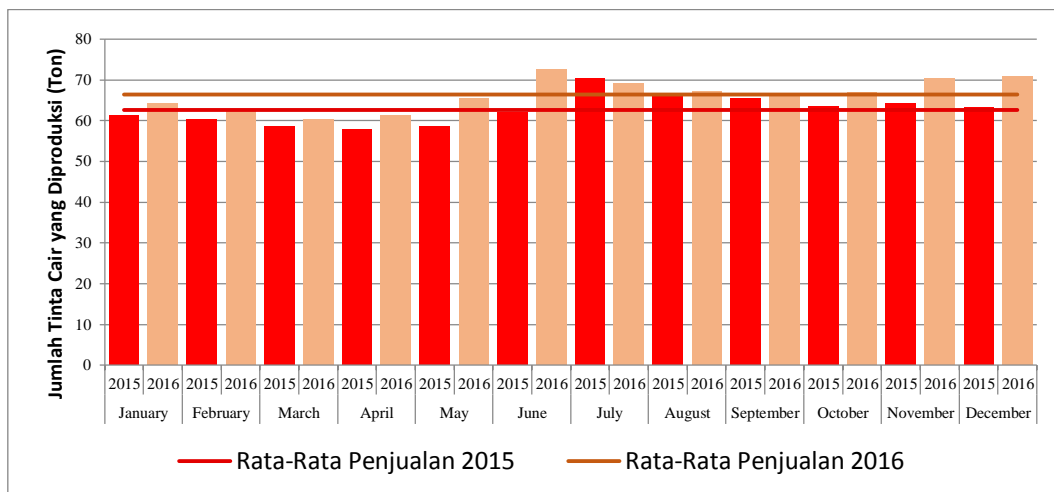
PT. SW Surabaya (PT. SWS), yang merupakan cabang dari PT. SW Indonesia (PT. SWI), adalah perusahaan manufaktur multi nasional yang bergerak

di bidang tinta untuk kemasan komersial. Hasil akhir dari industri ini dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis produk tinta berdasarkan lini produksinya yaitu pasta dan cair. Tinta pasta digunakan untuk percetakan dengan sistem cetak offset, sedangkan tinta cair digunakan untuk percetakan dengan sistem cetak gravur.

Data penjualan pada tahun 2015 hingga tahun 2016 menunjukkan kenaikan sebesar 29,74% untuk tinta pasta dan 6.06% untuk tinta cair, hal ini ditunjukkan pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2.



Gambar 1.1 Data penjualan tinta pasta dalam kilogram (Data primer PT SWS diolah, 2017)



Gambar 1.2 Data penjualan tinta cair dalam kilogram (Data primer PT SWS diolah, 2017)

Selain tuntutan perkembangan bisnis, PT. SWS juga diharuskan independen yaitu dengan mampu memenuhi kebutuhan produksi sendiri yang selama ini masih dibantu oleh PT. SWI. Oleh karena itu, PT. SWS harus melakukan inovasi dalam menjawab tantangan baru ini dan mempertahankan serta meningkatkan keunggulan kompetitif. Salah satu inovasi yang harus dilakukan adalah dengan strategi optimasi kapasitas produksi.

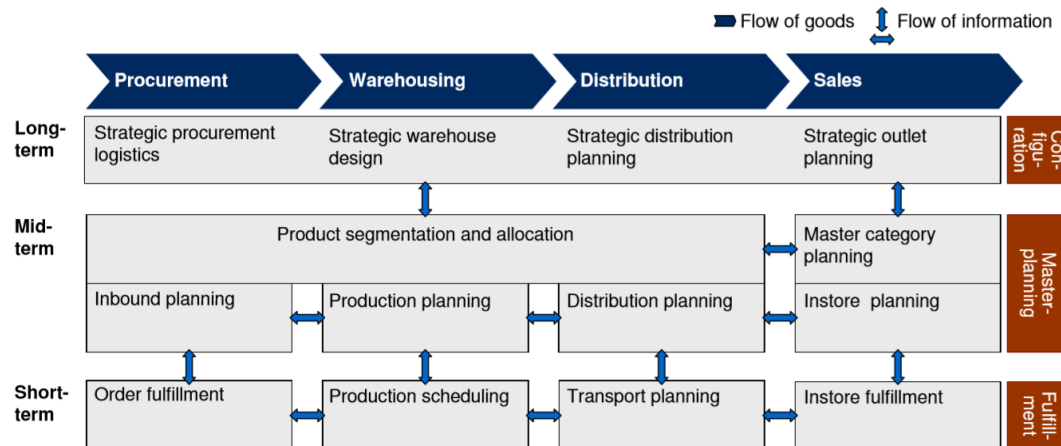
Hal yang lebih buruk akan terjadi jika permasalahan ini tidak segera ditangani dengan tepat. Jika permintaan pelanggan meningkat serta ditambah PT. SWS tidak mampu independen, maka pemenuhan permintaan akan tertunda, harus membayar biaya peluang, kepercayaan pelanggan akan turun, hingga kehilangan pelanggan.

Pemenuhan kebutuhan produksi ini dapat dilakukan dengan empat opsi, yaitu secara reguler, lembur, sub kontrak, dan penambahan *shift* kerja. Perhitungan kapasitas untuk masing-masing opsi harus dilakukan secara tepat. Jam kerja reguler dan *shift* kerja kedua yang berlaku di PT SWS adalah delapan jam sehari dan lima hari kerja dalam satu minggu. Sedangkan jam kerja lembur harus sesuai dengan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor KEP. 102/MEN/IV/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur yaitu maksimal 56 jam dalam satu bulan. Sedangkan untuk opsi sub kontrak, PT SWS memiliki beberapa perwakilan berupa *InHouse* di beberapa pabrik pelanggan. Hal ini tentu saja dapat sangat membantu dalam pemenuhan kebutuhan produksi meskipun volume yang diproduksi tidak sebanyak di PT SWS.

Saat ini, penentuan penggunaan opsi kapasitas produksi dilakukan tanpa ada dasar yang ilmiah. Opsi reguler menjadi prioritas utama karena PT SWS tidak melakukan kontrak karyawan dengan sistem harian atau borongan. Opsi lembur menjadi prioritas kedua dan jika permintaan masih belum terpenuhi maka opsi sub kontrak diambil sebagai prioritas terakhir.

Terdapat dua skenario yang dihitung pada penelitian ini, yaitu pengerjaan secara reguler-*shift* kedua- sub kontrak dan reguler-lembur-sub kontrak. Permasalahan ini dapat dimodelkan secara matematika dan kemudian diselesaikan dengan metode pemrograman linier. Metode ini dinilai tepat untuk menjadi

jawaban atas permasalahan ini karena dapat digunakan untuk menghitung rencana kebutuhan untuk proses produksi dalam jangka waktu menengah (6 – 12 bulan ke depan) sesuai dengan Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Matriks perencanaan manajemen rantai pasok (Hübner, et al., 2013)

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan skenario terbaik dengan mempertimbangkan pemilihan opsi optimasi kapasitas produksi secara reguler, lembur, sub kontrak dengan bantuan *InHouse*, dan penambahan *shift* kerja. Pihak manajemen PT. SWS tentu saja mengharapkan biaya terendah untuk pemenuhan permintaan pelanggan secara optimal. Hal ini harus segera dilakukan untuk menciptakan nilai pelanggan, dan mempertahankan serta meningkatkan keunggulan kompetitif dibandingkan dengan kompetitor.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka pokok permasalahan yang terjadi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Berapa kilogram permintaan pelanggan berdasarkan hasil peramalan di tahun 2017.
- Berapa biaya per kilogram untuk memproduksi tinta pasta dan cair secara reguler, penambahan *shift* kedua, lembur, dan sub kontrak.
- Bagaimana skenario terbaik dengan mempertimbangkan komposisi penggunaan opsi proses produksi paling optimal dengan biaya paling rendah

untuk memenuhi permintaan pasar pada tahun 2017 untuk masing-masing tinta pasta dan cair.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan akhir yang dicapai pada penelitian ini adalah,

- a. Menentukan banyaknya permintaan pelanggan berdasarkan hasil peramalan di tahun 2017.
- b. Menentukan biaya per kilogram untuk memproduksi secara reguler, penambahan *shift* kedua, lembur, dan sub kontrak.
- c. Menentukan skenario terbaik dengan mempertimbangkan komposisi penggunaan opsi proses produksi paling optimal dengan biaya paling rendah untuk memenuhi permintaan pasar di tahun 2017;

untuk masing-masing produk tinta pasta dan cair.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, terdapat banyak aspek yang terlibat dan saling berkaitan. Oleh karena itu, agar lebih jelas, terarah, dan tidak menyimpang pada lingkup pembahasan, maka ditentukan batasan masalah sebagai berikut:

- a. Fokus obyek penelitian ini adalah hanya pada PT SWS di Kota Surabaya dan *InHouse* di daerah Jawa Timur,
- b. Data penjualan yang digunakan dimulai dari bulan Januari 2015 hingga Desember 2016.

1.5 Asumsi

Selain batasan masalah, terdapat beberapa asumsi yang juga diberlakukan dalam penelitian ini. Asumsi-asumsi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Persediaan barang mentah dianggap selalu ada.
- b. PT SWS tidak diijinkan membuat suatu produk akhir untuk disimpan (*make to stock*), sehingga tidak ada biaya penyimpanan produk akhir.
- c. Mesin dianggap mampu berjalan normal tanpa ada tindakan perbaikan mayor.
- d. Seluruh operator produksi memiliki kemampuan yang sama.

- e. Biaya rekrutmen dan pelatihan untuk karyawan baru tidak dipertimbangkan dalam penelitian.
- f. *InHouse* dianggap selalu sanggup membantu proses produksi untuk PT SWS.
- g. Permintaan yang bersifat insidentil dan fluktuatif dari pelanggan dianggap tidak ada.
- h. Faktor-faktor eksternal yang dapat mengganggu aktivitas produksi tidak dipertimbangkan dalam penelitian.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat baik bagi perusahaan, mahasiswa dan institusi pendidikan. Manfaat tersebut mencakup:

- a. Perusahaan mendapatkan gambaran yang jelas jika akan mengambil keputusan dalam penggunaan skenario penggunaan opsi proses produksi secara reguler, lembur, sub kontrak, dan penambahan *shift* kedua.
- b. Memberikan informasi yang berguna sebagai pengembangan optimasi proses produksi dalam suatu pabrik.
- c. Hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.7 Struktur Penelitian

Berikut merupakan sistematika penelitian yang digunakan:

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini berisi mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, asumsi, manfaat penelitian dan struktur penelitian

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini dijelaskan tentang peramalan, perencanaan produksi, gambaran tentang PT SWS, optimasi, pemrograman linier, dan posisi penelitian

Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab ini dijelaskan mengenai tahapan-tahapan pengerjaan penelitian mulai dari persiapan hingga pengambilan kesimpulan dan saran.

Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada bab ini ditampilkan data penjualan tinta di tahun 2015-2016, kemudian data tersebut diolah menjadi data peramalan permintaan di tahun 2017. Di samping itu, data biaya produksi serta optimasi permodelan untuk memperoleh biaya paling minimum juga tersaji pada bab ini.

Bab V Analisis Hasil dan Pembahasan

Hasil peramalan dan optimasi permodelan dianalisis dan dibahas lebih dalam pada bab ini.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan hasil analisa dan pembahsan dalam rangka menjawab tujuan penelitian beserta saran untuk memaksimalkan penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka

Daftar pustaka berisi jurnal, buku, dan dokumen lain yang menjadi dasar rujukan dalam penulisan penelitian ini.

Lampiran

Pada lampiran ditampilkan data penunjang dari proses ARIMA dan proses optimasi permodelan.

halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini landasan-landasan teori, konsep dasar serta acuan lain pada pelaksanaan penelitian diuraikan secara padat dan jelas.

2.1 Peramalan

Peramalan merupakan proses penyusunan informasi mengenai kejadian di masa lampau yang berkelanjutan untuk menduga kejadian di masa yang akan datang. Peramalan umumnya digunakan untuk memprediksi sesuatu yang kemungkinan besar akan terjadi seperti besaran permintaan, kondisi cuaca harian, kondisi ekonomi, dan lain-lain. Meskipun telah dihitung dengan metode khusus, ketepatan prediksi di masa mendatang tidak dapat terjadi secara mutlak.

Suatu peramalan yang akurat dapat dihasilkan jika dilakukan dua langkah dasar. Langkah dasar pertama adalah pengumpulan data yang berhubungan dengan tujuan peramalan dan memuat informasi yang mendukung untuk dilakukan peramalan yang akurat. Langkah dasar selanjutnya adalah pemilihan metode peramalan yang tepat sesuai dengan data informasi yang telah diperoleh (Hanke & Wichern, 2011).

Ramalan yang tidak akurat dapat menimbulkan berbagai permasalahan pada proses rantai pasok. Oleh karena itu, diperlukan cara yang tepat untuk meningkatkan akurasi ramalan permintaan untuk meningkatkan efisiensi maupun efektivitas pada proses rantai pasok (Pujawan & Er, 2010).

2.1.1 Jenis Peramalan

Situasi peramalan sangat beragam dalam horizon waktu peramalan, faktor yang menentukan hasil sebenarnya, tipe pola dan berbagai aspek lainnya. Untuk menghadapi penggunaan yang luas seperti itu, beberapa teknik telah dikembangkan. Peramalan pada umumnya dapat dibedakan dari berbagai segi tergantung dalam cara melihatnya.

Dilihat dari jangka waktu ramalan yang disusun, peramalan dapat dibedakan atas dua macam, yaitu:

1. Peramalan jangka panjang, yaitu peramalan yang dilakukan untuk penyusunan hasil ramalan yang jangka waktunya lebih dari satu setengah tahun atau tiga semester. Lebih tegasnya peramalan jangka panjang ini berorientasi pada dasar atau perencanaan.
2. Peramalan jangka pendek, yaitu peramalan yang dilakukan untuk penyusunan hasil ramalan yang dilakukan kurang dari satu setengah tahun atau tiga semester.

Penetapan jadwal induk produksi untuk bulan yang akan datang atau periode kurang dari satu tahun sangat tergantung pada peramalan jangka pendek. Apabila dilihat dari sifat penyusunannya, maka peramalan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. Peramalan subjektif, yaitu peramalan yang didasarkan atas perasaan atau intuisi dari orang yang menyusunnya. Dalam hal ini pandangan atau ketajaman pikiran orang yang menyusunnya sangat menentukan baik tidaknya hasil peramalan.
2. Peramalan objektif, yaitu peramalan yang didasarkan atas data yang relevan pada masa lalu dengan menggunakan teknik-teknik dan metode-metode dalam penganalisaan data tersebut.

Sedangkan berdasarkan sifatnya, peramalan dapat dibedakan menjadi dua jenis, antara lain:

1. Peramalan Kualitatif

Peramalan kualitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kualitatif di masa lalu. Hasil peramalan kualitatif didasarkan pada pengamatan kejadian-kejadian di masa sebelumnya yang pengembangannya digabung dengan informasi subyektif. Pendapat para ahli, riset pasar, analogi histori, konsensus panel, dan metode *Delphi* merupakan contoh dari peramalan jenis ini. Peramalan kualitatif dibagi menjadi dua metode, yaitu:

a. Metode eksploratif

Pada metoda ini dimulai dengan masa lalu dan masa kini sebagai awal dan bergerak ke arah masa depan secara heuristik, sering kali dengan melihat semua kemungkinan yang ada.

b. Metode normatif

Pada metode ini dimulai dengan menetapkan sasaran tujuan yang akan datang, kemudian bekerja mundur untuk melihat apakah hal ini dapat dicapai berdasarkan kendala, sumber daya dan teknologi yang tersedia.

2. Peramalan Kuantitatif

Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang didasarkan pada data kuantitatif historis secara statistik dan sistematis yang biasanya tersedia dalam suatu perusahaan. Metode ini memiliki tingkat ketepatan tinggi karena dihitung secara matematis dengan teknik tertentu. Analisis tren, penyesuaian musiman, dekomposisi, metode grafik, permodelan ekonometrik, dan permodelan siklus hidup merupakan contoh dari teknik yang umumnya digunakan. Peramalan kuantitatif ini dapat dibedakan menjadi dua metode, yaitu metode deret berkala (*time series*) dan metode kausal atau sebab akibat.

2.1.2 Karakteristik Peramalan yang Baik

Karakteristik peramalan yang baik harus memenuhi beberapa kriteria, antara lain:

a. Ketelitian/ Keakuratan

Tujuan utama peramalan adalah menghasilkan prediksi yang akurat. Peramalan yang terlalu rendah mengakibatkan kekurangan persediaan. Peramalan yang terlalu tinggi akan menyebabkan inventory yang berlebihan dan biaya operasi tambahan.

b. Biaya

Biaya untuk mengembangkan model peramalan dan melakukan peramalan akan menjadi signifikan jika jumlah produk dan data lainnya semakin besar. Mengusahakan melakukan peramalan jangan sampai menimbulkan ongkos yang terlalu besar ataupun terlalu kecil. Keakuratan peramalan dapat

ditingkatkan dengan mengembangkan model lebih kompleks dengan konsekuensi biaya menjadi lebih mahal. Jadi ada nilai tukar antara biaya dan keakuratan.

c. Responsif

Ramalan harus stabil dan tidak terpengaruhi oleh fluktuasi permintaan.

d. Sederhana

Keuntungan utama menggunakan peramalan yang sederhana yaitu kemudahan untuk melakukan peramalan. Jika kesulitan terjadi pada metode sederhana, diagnosa dilakukan lebih mudah. Secara umum, lebih baik menggunakan metode paling sederhana yang sesuai dengan kebutuhan peramalan.

2.1.2 Metode *Time Series*

Time series atau deret waktu merupakan himpunan data yang berurutan dalam suatu waktu yang berjarak sama. Metode *time series* adalah metode peramalan dengan menggunakan pola hubungan antara variabel yang diperkirakan dengan variabel waktu dan umumnya digambarkan dalam bentuk grafik yang menggambarkan perilaku subyek. Contoh data *time series* adalah pertumbuhan ekonomi suatu negara pertahun, jumlah produksi minyak perbulan, indeks harga saham perhari.

Hal yang perlu diperhatikan pada metode *time series* adalah galat. Hal ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam metode peramalan. Hasil dari prediksi pada umumnya jarang sama persis dari data sesungguhnya, oleh karena itu galat harus dibuat seminimal mungkin. Metode *time series* membutuhkan teknik peramalan yang baik. Teknik peramalan dapat bermacam-macam tergantung pada pola data yang ada. Terdapat empat pola data yang harus diperhatikan dalam penggunaan metode ini (Hanke & Wichern, 2011), yaitu:

1. Horisontal (*Stationery*)

Pola data horizontal terjadi jika data observasi berfluktuasi di sekitaran suatu nilai konstan atau *mean* yang membentuk garis horizontal. Data ini disebut juga dengan data stasioner. Sejumlah data selalu meningkat atau menurun pada suatu nilai konstan secara konsisten dari waktu ke waktu.

2. Tren (*Trend*)

Pola data tren terjadi jika data pengamatan mengalami kenaikan atau penurunan selama periode jangka panjang. Suatu data pengamatan yang mempunyai tren disebut data nonstasioner.

3. Musiman (*Seasonal*)

Pola data musiman terjadi jika suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman. Pola data musiman dapat mempunyai pola yang berulang dari periode ke periode berikutnya. Misalnya pola yang berulang setiap bulan tertentu, tahun tertentu atau pada minggu tertentu. Gambar 2.2 merupakan contoh dari data musiman yang berulang setiap periode dua belas bulan.

4. Siklus (*Cyclical*)

Pola data siklus terjadi jika deret data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis.

2.1.3 Teknik Peramalan

Teknik peramalan secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

A. Metode *Time Series* (Deret Waktu)

Secara garis besar metode time series dapat dikelompokkan menjadi:

1. Metode *Averaging*

Metode ini digunakan untuk kondisi dengan setiap data pada waktu yang berbeda mempunyai bobot yang sama sehingga fluktuasi random data dapat diredam dengan rata-ratanya, umumnya digunakan untuk peramalan jangka pendek.

Berikut adalah metode-metode yang termasuk di dalamnya, antara lain:

a. *Simple Average*

Metode ini sesuai digunakan jika data yang tersedia tidak mengandung unsur tren dan faktor musiman.

b. *Single Moving Average*

Metode ini cukup baik untuk meramalkan keadaan apabila diperoleh data yang stasioner.

c. *Double Moving Average*

Jika data tidak stasioner serta mengandung pole tren, maka dilakukan *moving average* terhadap hasil *single moving average*.

d. *Weight Moving Average*

Metode ini mirip dengan metode *moving average*, hanya saja diperlukan pembobotan untuk data paling baru dari deret berkala.

e. *Centered Moving Average*

Perhitungan yang digunakan pada metode ini sama dengan metode *moving average*. Hanya saja hasil perhitungannya diletakkan pada pertengahan periode yang digunakan untuk menghitung nilai rata-ratanya.

2. *Metode Smoothing*

Metode ini digunakan pada kondisi bobot data pada periode yang satu berbeda dengan data pada periode sebelumnya dan membentuk fungsi eksponensial yang biasa disebut *exponential smoothing*.

Berikut adalah metode-metode yang termasuk di dalamnya, antara lain:

a. *Single Exponential Smoothing*

Metode ini banyak mengurangi masalah penyimpangan data karena tidak perlu lagi menyimpan data historis. Metode ini selalu mengikuti setiap trend dalam data sebenarnya karena yang dapat dilakukannya tidak lebih dari mengatur ramalan mendatang dengan suatu persentase dari kesalahan terakhir.

b. *Double Exponential Smoothing* satu parameter dari Browns

Dasar pemikiran dari pemulusan eksponensial linier dari Browns adalah serupa dengan rata-rata bergerak linier, karena kedua nilai pemulusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya bilamana terdapat unsur tren.

c. *Double Exponential Smoothing* Dua Parameter dari Holt

Metode pemulusan eksponensial linier dari Holt pada prinsipnya serupa dengan Browns kecuali bahwa Holt tidak menggunakan rumus pemulusan berganda secara langsung. Sebagai gantinya, Holt

memutuskan nilai trend dengan parameter yang berbeda dari dua parameter yang digunakan pada deret yang asli.

d. Regresi Linier

Regresi linier digunakan untuk peramalan apabila kumpulan data yang ada linier, artinya hubungan antara variabel waktu dan permintaan berbentuk garis (linier). Metode regresi linier didasarkan atas perhitungan *least square error*, yaitu dengan memperhitungkan jarak terkecil kesuatu titik pada data untuk ditarik garis.

2.1.4 Model ARIMA

Model *Autoregresif Integrated Moving Average* (ARIMA), sering juga disebut metode runtun waktu Box-Jenkins, adalah model yang secara penuh mengabaikan independen variabel dalam membuat peramalan. ARIMA sangat baik ketepatannya untuk peramalan jangka pendek. ARIMA menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. ARIMA cocok jika observasi dari deret waktu (*time series*) secara statistik berhubungan satu sama lain (*dependent*).

Kelemahan dari model ARIMA adalah diperlukan data dalam jumlah yang banyak sebagai data awal untuk peramalan. Metode ini kurang cocok dalam peramalan jangka panjang karena tidak dapat mengetahui pengaruh variabel-variabel lain terhadap variabel dependen yang diamati di masa yang akan datang selain berdasarkan informasi variabel dependent sebelumnya. Hal ini menyebabkan tidak dapat menangkap hubungan fungsional yang belum diketahui antara variabel independen dengan variabel dependen. Dampaknya untuk peramalan jangka panjang adalah akan cenderung memberikan hasil yang konstan, sehingga lonjakan atau penurunan yang sangat tajam tidak dapat terprediksi.

Sedangkan kelebihan dari model ARIMA adalah sangat fleksibel dan dapat mewakili rentang yang lebar dari karakter deret waktu yang terjadi dalam jangka pendek. Dalam metode ARIMA terdapat prosedur yang formal dalam pengujian kesesuaian model sehingga hasilnya lebih efektif dan efisien. Selain itu,

interval ramalan dan prediksi sudah mengikuti modelnya karena metode ini adalah gabungan dari auto-regresi dengan rata-rata bergerak yang dapat mewakili deret data yang stasioner maupun non-stasioner. Selain itu, hasilnya mudah diinterpretasikan karena koefisien-koefisien model diketahui sehingga dapat dilihat pengaruh masing-masing variabel terhadap hasil keluaran model.

Model ARIMA terdiri dari tiga langkah dasar, yaitu:

1. Tahap Identifikasi

Proses identifikasi dari model musiman tergantung pada alat-alat statistik berupa autokorelasi dan parsial autokorelasi, serta pengetahuan terhadap sistem yang dipelajari. Tujuan utama tahap ini adalah memastikan data telah stasioner karena hal tersebut merupakan syarat utama penggunaan model ARIMA. Kestasioneran data dapat ditunjukkan terhadap varian maupun rata-rata. Parameter model tersebut adalah nilai p , d , q . Nilai p menyatakan jumlah proses *auto regressive* (AR), nilai d menyatakan jumlah pembeda (*differencing*) agar suatu data deret berkala agar stasioner, dan nilai q menyatakan jumlah proses *moving average* (MA). Nilai p , d , q tersebut dapat diidentifikasi dengan cara menganalisis grafik fungsi koefisien korelasi (ACF) dan fungsi koefisien auto korelasi parsial (PACF) dari suatu data.

2. Tahap Penaksiran

Pada tahap ini dilakukan estimasi terhadap komponen AR dan MA untuk menentukan apakah komponen tersebut memberikan kontribusi kepada model secara signifikan. Uji statistik parameter dilakukan dengan cara menguji signifikansi dari parameter AR (p) atau MA (q). Hipotesis yang digunakan dalam uji statistik parameter adalah:

$$H_0: \phi = 0$$

$$H_1: \phi \neq 0$$

dengan ϕ adalah koefisien parameter AR (p) atau MA (q). Jika nilai p pada parameter model ARIMA lebih dari nilai α , maka H_0 gagal ditolak, Hal ini berarti nilai parameter tidak cukup signifikan dalam model.

3. Tahap Pemeriksaan Diagnostik

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan terhadap model yang telah dipilih sebelumnya apakah sudah sesuai dengan data atau tidak. Hal ini dilakukan untuk menjaga kemungkinan ada model ARIMA lain yang lebih cocok untuk sebuah data. Salah satu uji pengecekan yang dapat dilakukan adalah dengan mengamati apakah residual dari model terestimasi merupakan *white noise* (tidak berkorelasi) atau tidak. Jika residual berupa *white noise* berarti model yang dipilih cocok dengan data. Sebaliknya bila residual tidak berupa *white noise*, berarti model yang dipilih bukan merupakan model yang cocok sehingga harus dilakukan proses identifikasi ulang dari model awal.

Model ARIMA diklasifikasikan menjadi tiga kelompok yaitu model *auto regressive* (AR), *moving average* (MA), dan model campuran ARIMA (*auto regressive moving average*) yang merupakan kolaborasi dari dua model pertama.

1. Model *Auto Regressive* (AR)

Bentuk umum model *auto regressive* dengan ordo p (AR(p)) atau model ARIMA ($p, 0, 0$) dinyatakan sebagai berikut:

$$X_t = \mu' + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t \quad (2.1)$$

dengan:

μ' = suatu konstanta

ϕ_1, ϕ_2, ϕ_p = parameter *auto regressive*

e_t = nilai kesalahan pada saat t

2. Model *Moving Average* (MA)

Bentuk umum model *moving average* ordo q (MA(q)) atau ARIMA ($0, 0, q$) dinyatakan sebagai berikut:

$$X_t = \mu' + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-k} \quad (2.2)$$

dengan:

μ' = suatu konstanta

$\theta_1, \theta_2, \theta_q$ = parameter *moving average*

e_{t-k} = nilai kesalahan pada saat $t - k$

3. Model Campuran

a. Proses ARMA

Model umum untuk campuran proses AR(1) murni dan MA(1) murni, misal ARIMA (1, 0, 1) dinyatakan sebagai berikut:

$$X_t = \mu' + \phi_1 X_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

atau

$$(1 - \phi_1 B) X_t = \mu' + (1 - \phi_1 B) e_t \quad (2.3)$$

b. Proses ARIMA

Apabila non-stasioneritas ditambahkan pada campuran proses ARMA, maka model umum ARIMA (p, d, q) terpenuhi. Persamaan untuk kasus sederhana ARIMA (1, 1, 1) adalah sebagai berikut:

$$(1 - B)(1 - \phi_1 B) X_t = \mu' + (1 - \phi_1 B) e_t \quad (2.4)$$

2.2 Perencanaan Produksi

Perencanaan produksi dapat diartikan sebagai proses penentuan sumber-sumber yang diperlukan untuk melaksanakan operasi manufaktur dan mengalokasikannya sehingga menghasilkan produk dalam jumlah dan kualitas yang diharapkan dengan mengeluarkan biaya atau ongkos yang paling rendah (Hübner, et al., 2013).

2.2.1 Tujuan perencanaan produksi

Terdapat lima poin tujuan utama dari perencanaan produksi (Assauri, 2008), antara lain:

1. Mencapai tingkat keuntungan tertentu.
2. Menguasai pasar sehingga output perusahaan tetap mempunyai pangsa pasar tertentu.
3. Mengusahakan agar perusahaan dapat bekerja pada tingkat efisiensi tertentu.
4. Mengusahakan dan mempertahankan supaya pekerjaan dan kesempatan kerja yang sudah ada tetap pada tingkatannya maupun berkembang.
5. Menggunakan sebaik-baiknya fasilitas yang sudah ada pada perusahaan yang bersangkutan.

2.2.2 Jenis perencanaan produksi

Jenis perencanaan produksi diklasifikasikan menjadi tiga tingkatan berdasarkan jangka waktu (Heizer & Render, 2014), yaitu:

1. Perencanaan jangka panjang (*long range planning*)

Perencanaan ini meliputi kegiatan peramalan usaha, perencanaan jumlah produk dan penjualan, perencanaan produksi, perencanaan kebutuhan bahan, dan perencanaan finansial.

2. Perencanaan jangka menengah (*medium range planning*)

Perencanaan jangka menengah meliputi kegiatan berupa perencanaan kapasitas (*capacity planning*), perencanaan kebutuhan material (*material requirement planning*), jadwal induk produksi (*master production schedule*), dan perencanaan kebutuhan distribusi (*distribution requirement planning*).

3. Perencanaan jangka pendek (*short range planning*)

Perencanaan jangka pendek berupa kegiatan penjadwalan perakitan produk akhir (*final assembly schedule*), perencanaan dan pengendalian input-output, pengendalian kegiatan produksi, perencanaan dan pengendalian pembelian, dan manajemen proyek.

2.2.4 Perencanaan kapasitas

Perencanaan kapasitas adalah proses penentuan kapasitas produksi yang dibutuhkan oleh organisasi untuk memenuhi perubahan permintaan untuk produk-produknya. Dalam konteks perencanaan kapasitas, kapasitas desain adalah jumlah maksimum pekerjaan yang mampu diselesaikan oleh suatu organisasi dalam jangka waktu tertentu. Kapasitas efektif adalah jumlah maksimum pekerjaan yang mampu diselesaikan oleh suatu organisasi dalam periode tertentu karena kendala seperti masalah kualitas, penundaan, material handling, dan lain-lain (Heizer & Render, 2014).

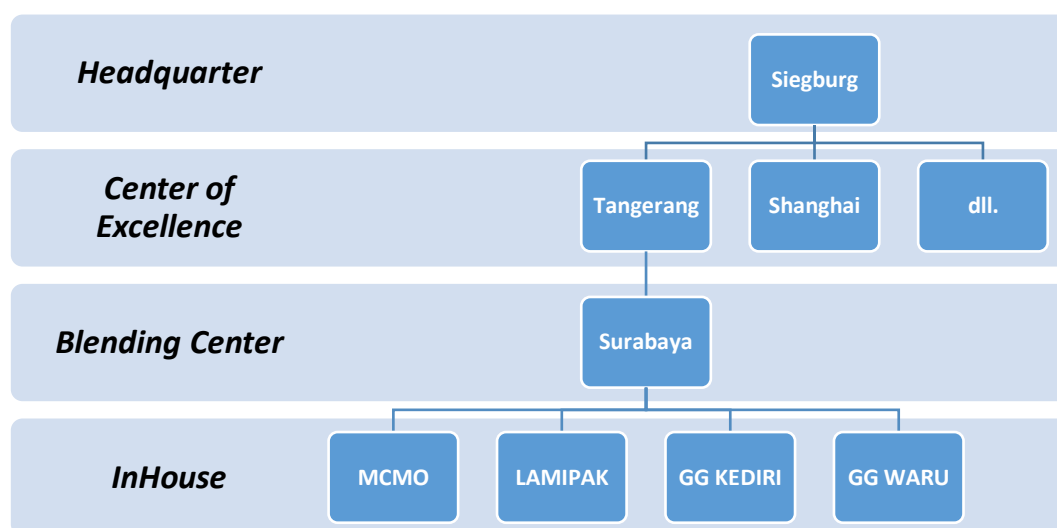
Perencanaan kapasitas dapat digolongkan menjadi tiga macam strategi, yaitu mendahului, menyusul dan tepat.

1. Strategi mendahului adalah menambah kapasitas untuk mengantisipasi naiknya permintaan. Strategi ini merupakan strategi agresif dengan maksud memancing

- pelanggan agar menjauhi pesaing. Kelemahannya adalah seringkali terjadi kelebihan persediaan yang tentunya mahal dan sia-sia.
2. Strategi menyusul adalah menambah kapasitas hanya setelah organisasi berjalan pada kapasitas penuh atau lebih karena naiknya permintaan. Ini sifatnya lebih konservatif. Memang mengurangi resiko tapi berakibat hilangnya calon-calon pelanggan.
 3. Strategi tepat adalah menambah kapasitas sedikit demi sedikit untuk menanggapi perubahan permintaan pasar. Strategi ini yang lebih moderat.

2.3 PT SWS

SW adalah perusahaan multi nasional yang bergerak di bidang tinta untuk kemasan komersial. Perusahaan ini berkantor pusat di Kota Siegburg, Jerman dengan nama SW Druckfarben AG & Co. KGaA yang berstatus *Headquarter*. PT SW Indonesia (PT SWI), yang berkantor di Tangerang, merupakan wakil untuk wilayah Asia Tenggara dengan status *Center of Excellence*. Sedangkan PT SW Surabaya (PT SWS) merupakan cabang dari PT SWI di Indonesia timur yang berstatus *Blending Center*. Proses produksi PT SWS dibantu beberapa beberapa *InHouse* yang ditempatkan di kantor pelanggan. Hierarki dari *Headquarter* hingga *InHouse* dapat diperjelas pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Hierarki dari *Headquarter* hingga *InHouse* (Data internal PT SWS, 2017)

PT SWI menguasai hingga 80% pangsa pasar di bidang tinta cair untuk proses cetak gravur yang kebanyakan pelanggannya adalah percetakan untuk industri rokok dan kemasan fleksibel. Sedangkan untuk tinta pasta, PT SWI menguasai sekitar 60% pangsa pasar untuk proses cetak offset yang kebanyakan pelanggannya adalah percetakan untuk industri kemasan makanan. Secara umum, PT SWI menguasai 73% pangsa pasar percetakan di seluruh Indonesia.

Sejak tahun 2017, SW Pusat membuat kebijakan baru yaitu mewajibkan seluruh *Blending Center* harus mampu memenuhi kebutuhan produksi sendiri secara tepat waktu tanpa ada bantuan dari *Center of Excellence*. PT SWS selaku *Blending Center* harus siap atas kebijakan baru ini sehingga harus ada inovasi dalam optimasi kapasitas produksi.

Terdapat empat opsi kapasitas produksi untuk memenuhi permintaan pelanggan, antara lain:

1. Reguler

Waktu kerja reguler yang berlaku di PT SWI adalah lima hari kerja dalam seminggu. Delapan jam kerja dalam sehari, dan atau empat puluh jam dalam satu bulan (PT SIEGWERK Indonesia, 2015). Khusus untuk PT SWS saat ini, jam kerja operasional hanya ada satu *shift*.

2. Lembur

Terdapat aturan lokal mengenai waktu kerja lembur yang berlaku di PT SWS yaitu maksimal dua jam setelah kerja reguler, empat jam di hari libur, dan atau lima puluh enam jam dalam seminggu.

3. Sub Kontrak

Sistem sub kontrak di PT SWS dilakukan di *InHouse* yang ditempatkan pada kantor pelanggan. Terdapat dua buah *InHouse* untuk tinta pasta yaitu MCMO dan LAMIPAK. Sedangkan untuk tinta cair, juga terdapat dua buah *InHouse* yaitu GG Kediri dan GG Waru.

4. Penambahan *Shift* Kedua

Aturan untuk *shift* kedua sama dengan reguler namun hanya berbeda jam mulai bekerja saja.

Seluruh bahan baku dan barang setengah jadi milik PT SWS dipasok oleh pemasok tunggal yaitu PT SWI. Sedangkan aturan yang berlaku untuk PT SWS dalam penyimpanan bahan baku dan bahan setengah jadi sebelum menjadi barang jadi adalah maksimum 20 hari kerja sehingga stok yang usang atau bergerak lambat dapat diminimisasi.

PT SWS selaku *Blending Center* tidak memiliki otorisasi untuk melakukan sistem manufaktur *make to stock* (MTS) yaitu menyimpan stok barang jadi sehingga dapat meminimumkan risiko terhadap investasi persediaan dan kegiatan operasional dapat lebih fokus pada keinginan konsumen. Satu-satunya sistem manufaktur yang berlaku adalah *make to order* (MTO) atau memproduksi barang akhir sesuai dengan permintaan pelanggan. Sistem manufaktur MTO ini menggunakan sistem produksi *job shop* agar dapat mengakomodasikan permintaan dengan ukuran yang bervariasi dan spesifikasi setiap permintaan yang berbeda.

2.4 Optimasi

Optimasi merupakan salah satu disiplin ilmu matematika yang berfokus pada perolehan nilai maksimum atau minimum secara sistematis dari suatu fungsi (Heizer & Render, 2014). Optimasi diperlukan oleh setiap perusahaan dalam rangka memberdayakan sumber daya yang ada secara optimal seperti bahan baku, fasilitas produksi, serta tenaga kerja yang digunakan dalam suatu industri agar dapat menghasilkan produk dalam kuantitas dan kualitas sesuai dengan yang diharapkan.

2.5 Pemrograman Linier

Sejak diperkenalkan pada tahun 1939 oleh Leonid Vitaliyevich Kantorovich, pemrograman linier menjadi salah satu alat riset operasi yang paling efektif dan dapat digunakan secara luas. Pemrograman linier merupakan salah satu teknik dalam mengalokasikan sumberdaya terbatas yang dimiliki oleh suatu perusahaan pada berbagai pilihan investasi untuk mencapai suatu tujuan secara optimal seperti maksimalisasi keuntungan atau minimalisasi biaya. Pemrograman

linier telah banyak diaplikasikan untuk menyelesaikan masalah di berbagai bidang seperti keuangan, distribusi, perencanaan, industri, manajemen konstruksi, pemasaran, personalia dan lain-lain (Siang, 2014).

Pemrograman linier berkaitan dengan proses konversi permasalahan di lapangan menjadi model matematika yang terdiri dari sebuah fungsi tujuan dan beberapa fungsi kendala. Fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan tujuan yang akan dicapai dalam permasalahan pemrograman linier yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya, untuk memperoleh keuntungan secara maksimal atau biaya yang minimal. Nilai yang akan dioptimalkan pada umumnya dinyatakan sebagai Z . Sedangkan fungsi kendala adalah fungsi yang menggambarkan secara matematik batasan ketersediaan kapasitas yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai aktivitas.

Formulasi umum dari pemrograman linier adalah sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

$$\text{Maks atau Min } Z = \sum_{j=1}^n c_j X_j \quad (2.1)$$

Fungsi kendala yang membatasi:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{qj} \cdot X_j &= b_q \\ \sum_{j=1}^n a_{rj} \cdot X_j &= b_r \\ \sum_{j=1}^n a_{sj} \cdot X_j &= b_s \\ X_j &\geq 0 \end{aligned} \quad (2.2)$$

dengan:

- j = indeks yang menunjukkan jenis variabel keputusan, $j=1, 2, \dots, n$
- q = indeks yang menunjukkan sumber daya q , $q=1, 2, \dots, n$
- r = indeks yang menunjukkan sumber daya r , $r=1, 2, \dots, n$
- s = indeks yang menunjukkan sumber daya s , $s=1, 2, \dots, n$
- Z = nilai fungsi tujuan
- X = variabel keputusan

- c = penambahan terhadap Z yang diakibatkan oleh peningkatan setiap unit variabel keputusan
- a = jumlah sumber daya yang dipakai
- b = jumlah sumber daya yang tersedia

2.2.1 Asumsi pemrograman linier

Terdapat beberapa asumsi dalam model pemrograman linier yang harus dipenuhi agar suatu masalah dapat diselesaikan dengan teknik ini (Mulyono, 2007), antara lain:

1. Proporsionalitas

Bila peubah keputusan berubah, maka dampak peubahnya akan menyebar dalam proporsi tertentu terhadap fungsi tujuan dan fungsi kendala.

2. Aditivitas

Nilai koefisien pengambil keputusan fungsi tujuan merupakan jumlah dari nilai individu-individu dalam model pemrograman linier.

3. Divisibilitas

Peubah pengambil keputusan dapat dibagi menjadi pecahan atau desimal apabila diperlukan

4. Deterministik

Semua parameter yang terdapt dalam model pemrograman linier adalah tetap, diketahui dan dapat diperkirakan secara pasti.

5. Linearitas

Perbandingan antara masukan yang satu dengan masukan lainnya, atau untuk suatu masukan dengan keluaran besarnya tetap dan tidak bergantung pada tingkat produksi.

2.2.2 Metode Simpleks

Metode simpleks umum digunakan untuk menyelesaikan seluruh problem pemrograman linier yang melibatkan dua atau lebih variabel keputusan.. Metode ini merupakan salah satu teknik penyelesaian dalam pemrograman linier yang digunakan sebagai teknik pengambilan keputusan dalam permasalahan yang

berhubungan dengan pengalokasian sumberdaya secara optimal (Mulyono, 2007). Metode ini digunakan untuk menyelesaikan masalah pemrograman linier melalui perhitungan ulang atau iterasi dengan langkah-langkah perhitungan yang sama diulang berkali-kali sebelum solusi optimum dicapai.

Dalam metode simpleks, terdapat perubahan pertidaksamaan menjadi persamaan dengan cara menambahkan variabel *slack* untuk pertidaksamaan yang mengandung tanda \leq dan mengurangi variabel surplus untuk pertidaksamaan yang mengandung tanda \geq . Model pemrograman linear harus diubah ke dalam bentuk standar terlebih dahulu untuk memecahkan persoalan dengan metode simpleks. Metode ini memiliki keunggulan dapat menyelesaikan masalah pemrograman linier dengan berapapun jumlah variabel.

Terdapat beberapa langkah pemecahan masalah pemrograman linier dengan metode simpleks (Aminudin, 2005), yaitu:

1. Tahap inisiasi

Kelayakan tabel simpleks dilihat dari solusi (nilai kanan) Jika solusi ada yang bernilai negatif, maka tabel tidak layak. Tabel yang tidak layak tidak dapat diteruskan. Jika sebaliknya, maka langkah-langkah yang dilakukan berikutnya adalah :

- a. Fungsi tujuan diubah menjadi fungsi implisit, yaitu diubah menjadi persamaan nol. Fungsi kendala diubah dari pertidaksamaan menjadi persamaan dengan menambahkan variabel *slack*. Variabel ini adalah variabel yang ditambahkan ke model matematik kendala untuk mengkonversikan pertidaksamaan \leq menjadi persamaan ($=$). Penambahan variabel ini terjadi pada tahap inisialisasi. Pada solusi awal, variabel slack akan berfungsi sebagai variabel basis dan menyatakan jumlah sumber daya yang tak digunakan di akhir perhitungan.
- b. Susun formulasi menjadi bentuk standar

Contoh permodelan awal

Fungsi tujuan

$$\text{Maks } Z = 7X_1 + 6X_2 \quad (2.3)$$

Fungsi kendala

$$2X_1 + 3X_2 \leq 12$$

$$6X_1 + 5X_2 \leq 30 \quad (2.4)$$

Contoh permodelan setelah pengubahan menjadi bentuk standar

Fungsi tujuan

$$Z - 7X_1 - 6X_2 + S_1 + S_2 = 0 \quad (2.5)$$

Fungsi kendala:

$$2X_1 + 3X_2 + S_1 \leq 12$$

$$6X_1 + 5X_2 + S_2 \leq 30$$

$$X_1, X_2, S_1, S_2 \geq 0 \quad (2.6)$$

2. Tahap pembentukan tabel

Berdasarkan bentuk standar, kemudian susun dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 2.1 Tabel Persamaan Awal

Z	X₁	X₂	S₁	S₂	Solusi
Z	-7	-6	0	0	0
S ₁	2	3	1	0	12
S ₂	6	5	0	1	30

3. Langkah menentukan kolom kunci (kolom pivot)

Kolom kunci adalah suatu kolom yang mempunyai nilai pada baris fungsi tujuan yang bertanda negatif dan harga mutlak terbesar. Penentuan kolom kunci dilihat dari koefisien fungsi tujuan dan tergantung dari bentuk tujuan. Jika tujuan berupa maksimisasi, maka kolom pivot adalah kolom dengan koefisien negatif terbesar. Jika tujuan minimisasi, maka kolom pivot adalah kolom dengan koefisien terkecil. Jika nilai negatif terbesar atau positif terbesar lebih dari dua, pilih salah satu secara sembarang.

Iterasi dilakukan sehingga jawaban optimal didapat. Pada masalah maksimisasi jawaban optimal didapat jika tanda negatif pada suatu tabel pada baris fungsi tujuan sudah tidak ada lagi

Tabel 2.2 Tabel Simpleks Iterasi Pertama

Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	Solusi	Rasio
Z	-7	-6	0	0	0	
S ₁	2	3	1	0	12/2	6
S ₂	6	5	0	1	30/6	5

5. Langkah menentukan baris kunci (baris pivot)

Baris kunci adalah suatu baris dimana rasio antara element pada kolom solusi dengan kolom kunci adalah terkecil.

S ₂	6	5	0	1	30/6	5
----------------	---	---	---	---	------	---

5. Langkah mengubah element pada baris kunci

Semua element pada baris kunci dibagi dengan elemen kunci, dengan menerapkan metode Gauss Jordan jenis 1:

$$\text{elemen persamaan baru} = \frac{\text{elemen persamaan pivot tabel lama}}{\text{elemen pivot}} \quad (2.7)$$

$$S_2 = (6 \quad 5 \quad 0 \quad 1 \quad 30) / 6$$

$$X_1 = (1 \quad 5/6 \quad 0 \quad 1/6 \quad 5)$$

6. Langkah mengubah element pada baris lainnya

Selain mengubah elemen pada baris kunci, elemen pada baris lain juga diubah dengan menerapkan metode Gauss Jordan jenis 2:

$$\begin{aligned} \text{elemen baris baru} = \\ \text{elemen baris lama} - \\ (\text{elemen pada kolom kunci} \times \text{elemen baris kunci baru} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Setelah menerapkan metode Gauss Jordan di atas, sehingga dihasilkan tabel sebagai berikut:

Tabel 2.3 Tabel Simpleks Iterasi Kedua

Z	X₁	X₂	S₁	S₂	Solusi	Rasio
Z	0	-1/6	0	7/6	35	
S ₁	0	(8/6)	1	-2/6	2/(8/6) = 12/8	1.5
X ₁	1	5/6	0	1/6	5/(5/6) = 30/5	6

Kemudian didapat kembali baris kunci:

S ₁	0	(8/6)	1	-2/6	2/(8/6) = 12/8	1.5
----------------	---	-------	---	------	----------------	-----

Kemudian langkah 5 dilakukan kembali untuk mengubah elemen pada baris kunci menggunakan persamaan Gauss Jordan jenis 1:

$$S_1 = (0 \quad 8/6 \quad 1 \quad -2/6 \quad 2) / (8/6)$$

$$X_2 = (0 \quad 1 \quad 8/6 \quad -12/48 \quad 1.5)$$

Langkah 6 dilakukan kembali untuk mengubah elemen pada baris lainnya dengan menggunakan metode Gauss Jordan jenis 2, sehingga didapat tabel sebagai berikut:

Tabel 2.4 Tabel Simpleks Optimum

Z	X₁	X₂	S₁	S₂	Solusi
Z	0	0	8/36	1.125	32.25
S ₁	0	1	8/6	-0.25	1.5
X ₁	1	0	-40/36	108/288	3.75

Solusi baru memberikan $X_1 = 3.75$ dan $X_2 = 1.5$ dan nilai $Z = 35.25$. Tabel di atas adalah optimal karena tidak ada variabel non basis yang memiliki koefisien negatif pada persamaan Z.

2.6 Posisi Penelitian

Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai riset operasi khususnya optimasi dengan menggunakan pemrograman linier sebelum penelitian ini antara lain terdapat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Posisi Penelitian

No.	Peneliti	Judul	Metode	Tahun
1.	Szopa & Marczyk	<i>Optimization of Production Problems Using Mathematical Programming</i>	Pemrograman Matematika	2011
2.	Lord, M. S., et. al.	<i>Linear Programming & Optimizing the Resource</i>	Pemrograman Linier	2013
3.	Addy, I.	<i>Optimization of Production Scheduling as Linear Programming Model</i>	Pemrograman Linier	2013
4.	Lerlertpakdee, P., et al.	<i>Efficient Production Optimization With Flow-Network Models</i>	<i>Flow-Network Models</i>	2014
5.	Satyabhakti, B.A.	Perencanaan Produksi dengan Mempertimbangkan Lembur, Sub Kontrak, dan Penambahan Shift Kerja di PT SWS	Pemrograman Linier	2017

halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

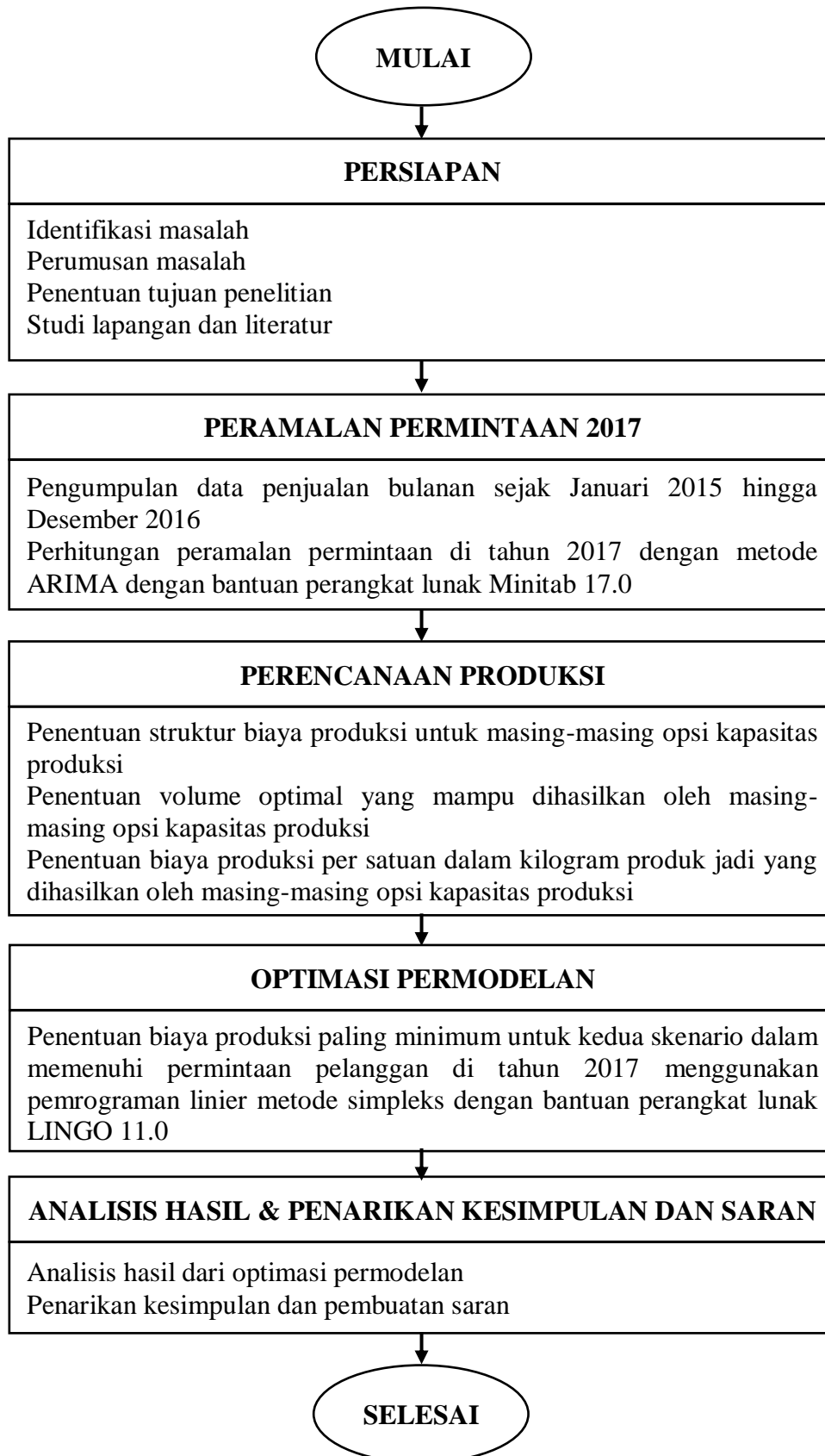
Pada bagian metodologi penelitian ini tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan untuk perencanaan produksi dengan mempertimbangkan lembur dan sub kontrak di PT SWS diuraikan secara singkat dan jelas. Secara garis besar, metodologi penelitian yang digunakan terdiri dari lima tahap, yaitu tahap persiapan, tahap peramalan permintaan di tahun 2017, tahap perencanaan produksi, tahap optimasi, serta tahap analisis hasil & pengambilan kesimpulan dan saran. Secara skematis, metodologi penelitian ini ditunjukkan dengan diagram alir yang disajikan pada Gambar 3.1.

3.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan ini merupakan tahap pengumpulan informasi awal untuk mengidentifikasi, merumuskan, dan menentukan tujuan dari permasalahan yang dihadapi dengan mempertimbangkan kondisi di PT. SWS dan pengetahuan berdasarkan literatur yang ada.

Sebagai langkah awal pada penelitian ini, masalah yang akan diselesaikan harus diidentifikasi secara jelas untuk menghindari kerancuan yang dapat terjadi. Permasalahan utama yang dihadapi yaitu menentukan komposisi opsi optimasi kapasitas produksi di PT SWS untuk memenuhi permintaan di tahun 2017.

Studi literatur juga dilakukan untuk memperoleh dan lebih memahami teori-teori yang berhubungan dengan pemecahan masalah. Konsep yang harus dipahami dalam penelitian ini antara lain adalah, metode peramalan yang tepat untuk menentukan jumlah permintaan pada tahun selanjutnya, perencanaan produksi, serta metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan optimasi seperti metode pemrograman linier.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.2 Tahap Peramalan Permintaan 2017

Peramalan dilakukan untuk menentukan jumlah permintaan tinta pasta dan cair di tahun 2017. Data ini merupakan target yang harus dipenuhi yang diambil dari data historis dan hasil peramalan. Tahap peramalan untuk menentukan jumlah permintaan tinta pasta maupun cair adalah:

- a. Melakukan identifikasi data penjualan tinta dari bulan Januari 2015 hingga Desember 2016.
- b. Melakukan peramalan terhadap jumlah permintaan produk tinta untuk bulan Januari hingga Desember 2017 menggunakan metode ARIMA dengan bantuan perangkat lunak Minitab 17.0.

3.3 Tahap Perencanaan Produksi

Pada tahap ini dilakukan proses yang paling penting dalam dunia industri. Perencanaan produksi meliputi penentuan struktur biaya produksi dan penentuan volume optimal dari setiap opsi kapasitas produksi. Biaya produksi per kilogram menjadi tujuan dari tahap ini dan kemudian data tersebut digunakan untuk tahap selanjutnya.

3.3.1 Penentuan struktur biaya produksi

Struktur biaya produksi diharapkan dapat cukup mewakili secara riil kondisi yang terjadi di lapangan. Hal ini menjadi penting karena biaya produksi menjadi fungsi tujuan dari penelitian ini. Oleh karena itu, perlu penjabaran yang cukup detail mengenai biaya produksi untuk setiap opsi kapasitas produksi.

Data biaya tenaga kerja meliputi gaji, berbagai tunjangan, bonus tahunan, dan lembur. Data biaya mesin meliputi penggunaan listrik, perawatan berkala, penyusutan aset. Biaya kelistrikan meliputi penggunaan lampu serta komputer di area produksi.

Biaya transportasi juga diperhatikan untuk opsi kapasitas produksi sub kontrak menggunakan konsep *InHouse* di tempat pelanggan. Selain itu, biaya penyusutan untuk aset yang ada di *InHouse* seperti mesin, komputer, dan printer juga harus dimasukkan ke dalam struktur biaya produksi.

Struktur biaya produksi dapat dirumuskan sebagai berikut,

$$C_{ijk} = T_{ijk} + M_{ijk} + P_{ijk} + T_l \quad (3.1)$$

dengan:

- i = indeks yang menunjukkan jenis tinta, i = 1, 2
- j = indeks yang menunjukkan opsi kapasitas produksi, j = 1, 2, 3, 4, 5
- k = indeks yang menunjukkan bulan Masehi, k = 1, 2, 3, ..., 12
- l = indeks yang menunjukkan unit sub kontrak *InHouse*, l = 1, 2, 3, 4
- C = total biaya yang digunakan untuk kegiatan produksi
- T = total biaya yang digunakan untuk membayar tenaga kerja
- M = total biaya yang digunakan untuk penggunaan mesin
- P = total biaya yang digunakan untuk penggunaan listrik
- T = total biaya yang digunakan untuk transportasi

3.3.2 Penentuan volume optimal

Volume optimal yang dapat dihasilkan oleh masing-masing skenario dengan mempertimbangkan beberapa opsi kapasitas produksi harus dapat ditentukan secara tepat. Secara umum, data jumlah mesin, frekuensi penggunaan beserta kapasitas dari masing-masing mesin harus diketahui sehingga volume optimal dapat ditentukan. Terdapat sedikit perbedaan pada opsi kapasitas produksi lembur, tidak semua mesin dioperasikan karena keterbatasan tenaga kerja.

Volume optimal dapat dirumuskan sebagai berikut,

$$V_{ij} = \sum_{m=1}^{15} (K_{ijm} \cdot F_{ijkm}) \quad (3.2)$$

dengan:

- i = indeks yang menunjukkan jenis tinta, i = 1, 2
- j = indeks yang menunjukkan opsi kapasitas produksi, j = 1, 2, 3, 4, 5
- k = indeks yang menunjukkan bulan Masehi, k = 1, 2, 3, ..., 12
- m = indeks yang menunjukkan mesin produksi, m = 1, 2, 3, ..., 15
- V = total volume optimal yang dapat dihasilkan
- K = kapasitas mesin

F = total frekuensi penggunaan dalam satu bulan

3.3.3 Penentuan biaya produksi per kilogram

Pada tahap ini dilakukan perhitungan biaya produksi per kilogram dalam kilogram yang dihasilkan oleh masing-masing opsi kapasitas produksi. Biaya ini didapatkan dengan formulasi berikut:

$$B_{ijk} = \frac{C_{ijk}}{V_{ij}} \quad (3.3)$$

dengan:

i = indeks yang menunjukkan jenis tinta, $i = 1, 2$

j = indeks yang menunjukkan opsi kapasitas produksi, $j = 1, 2, 3, 4, 5$

k = indeks yang menunjukkan bulan Masehi, $k = 1, 2, 3, \dots, 12$

B = biaya produksi per kilogram

C = jumlah biaya yang digunakan untuk kegiatan produksi

V = jumlah volume optimal yang dapat diproduksi

3.4 Tahap Optimasi Permodelan

Pada tahap ini dilakukan optimasi menggunakan pemrograman linier dengan metode simpleks untuk memperoleh komposisi opsi kapasitas produksi dengan biaya paling minimum namun tetap memenuhi permintaan pelanggan di tahun 2017. Perangkat lunak LINGO 11.0 digunakan untuk mempermudah proses perhitungan optimasi.

3.4.1 Fungsi tujuan

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah minimalisasi biaya produksi dalam memenuhi permintaan untuk masing-masing skenario. Formulasi dari fungsi tujuan adalah sebagai berikut:

Skenario Pertama

Fungsi tujuan untuk tinta pasta

$$\text{Min } Z = \sum_{k=1}^{12} [B_{11k} \cdot X_{11k} + B_{12k} \cdot X_{12k} + B_{14k} \cdot X_{14k} + B_{15k} \cdot X_{15k}] \quad (3.4)$$

Fungsi tujuan untuk tinta cair

$$\text{Min } Z = \sum_{k=1}^{12} [B_{21k} \cdot X_{21k} + B_{22k} \cdot X_{22k} + B_{24k} \cdot X_{24k} + B_{25k} \cdot X_{25k}] \quad (3.5)$$

dengan:

B_{11} = biaya produksi per kilogram tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi reguler

B_{12} = biaya produksi per kilogram tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi *shift* kedua

B_{14} = biaya produksi per kilogram tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* MCMO

B_{15} = biaya produksi per kilogram tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* LAMIPAK

B_{21} = biaya produksi per kilogram tinta cair dengan opsi kapasitas produksi reguler

B_{22} = biaya produksi per kilogram tinta cair dengan opsi kapasitas produksi *shift* kedua

B_{24} = biaya produksi per kilogram tinta cair dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG KEDIRI

B_{25} = biaya produksi per kilogram tinta cair dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG WARU

X_{11} = jumlah produksi optimal tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi reguler

X_{12} = jumlah produksi optimal tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi *shift* kedua

X_{14} = jumlah produksi optimal tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* MCMO

X_{15} = jumlah produksi optimal tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* LAMIPAK

X_{21} = jumlah produksi optimal tinta cair dengan opsi kapasitas produksi reguler
 X_{22} = jumlah produksi optimal tinta cair dengan opsi kapasitas produksi *shift* kedua
 X_{24} = jumlah produksi optimal tinta cair dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG KEDIRI
 X_{25} = jumlah produksi optimal tinta cair dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG WARU

Skenario Kedua

Fungsi tujuan untuk tinta pasta

$$Min Z = \sum_{k=1}^{12} [B_{11k} \cdot X_{11k} + B_{13k} \cdot X_{13k} + B_{14k} \cdot X_{14k} + B_{15k} \cdot X_{15k}] \quad (3.4)$$

Fungsi tujuan untuk tinta cair

$$Min Z = \sum_{k=1}^{12} [B_{21k} \cdot X_{21k} + B_{23k} \cdot X_{23k} + B_{24k} \cdot X_{24k} + B_{25k} \cdot X_{25k}] \quad (3.5)$$

dengan:

B_{11} = biaya produksi per kilogram tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi reguler
 B_{13} = biaya produksi per kilogram tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi lembur
 B_{14} = biaya produksi per kilogram tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* MCMO
 B_{15} = biaya produksi per kilogram tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* LAMIPAK
 B_{21} = biaya produksi per kilogram tinta cair dengan opsi kapasitas produksi reguler
 B_{23} = biaya produksi per kilogram tinta cair dengan opsi kapasitas produksi lembur
 B_{24} = biaya produksi per kilogram tinta cair dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG KEDIRI

B_{25} = biaya produksi per kilogram tinta cair dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG WARU
 X_{11} = jumlah produksi optimal tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi reguler
 X_{13} = jumlah produksi optimal tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi lembur
 X_{14} = jumlah produksi optimal tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* MCMO
 X_{15} = jumlah produksi optimal tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* LAMIPAK
 X_{21} = jumlah produksi optimal tinta cair dengan opsi kapasitas produksi reguler
 X_{23} = jumlah produksi optimal tinta cair dengan opsi kapasitas produksi lembur
 X_{24} = jumlah produksi optimal tinta cair dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG KEDIRI
 X_{25} = jumlah produksi optimal tinta cair dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG WARU

3.4.2 Fungsi kendala

Kendala merupakan pembatas yang harus diperhatikan pada penelitian ini. Oleh karena itu, terdapat beberapa batasan yang tidak dapat dilanggar untuk mencapai tujuan. Kendala yang ada pada penelitian ini adalah:

1. Fungsi kendala permintaan

Hasil peramalan permintaan di tahun 2017 menjadi salah satu fungsi kendala pada penelitian ini. Jumlah produksi optimal setiap bulan harus dapat memenuhi permintaan ini. Formulasi dari fungsi kendala ini adalah:

$$\sum_{j=1}^5 X_{ijk} \geq D_{ik} \quad (3.6)$$

dengan:

- i = indeks yang menunjukkan jenis tinta, $i = 1, 2$
- j = indeks yang menunjukkan opsi kapasitas produksi, $j = 1, 2, 3, 4, 5$
- k = indeks yang menunjukkan bulan Masehi, $k = 1, 2, 3, \dots, 12$
- X = jumlah produksi optimal
- D = permintaan hasil peramalan

2. Fungsi kendala memaksimalkan opsi kapasitas produksi secara reguler

Opsi kapasitas produksi secara reguler harus diutamakan. Oleh karena itu, diperlukan fungsi kendala untuk memaksimalkan jumlah produksi optimal dari opsi kapasitas produksi secara reguler. Formulasi dari fungsi kendala ini adalah:

$$X_{ijk} = V_{ij} \quad (3.7)$$

dengan:

- i = indeks yang menunjukkan jenis tinta, $i = 1, 2$
- j = indeks yang menunjukkan opsi kapasitas produksi, $j = 1$
- k = indeks yang menunjukkan bulan Masehi, $k = 1, 2, 3, \dots, 12$
- X = jumlah produksi optimal
- V = total volume optimal yang dapat dihasilkan

3. Fungsi kendala volume optimal

Masing-masing opsi kapasitas produksi memiliki batasan maksimum untuk volume tinta yang dapat diproduksi setiap bulan. Oleh karena itu, diperlukan fungsi kendala untuk membatasi jumlah produksi optimal. Formulasi dari fungsi kendala ini adalah:

$$\sum_{j=1}^4 X_{ijk} \leq V_{ik} \quad (3.8)$$

dengan:

- i = indeks yang menunjukkan jenis tinta, $i = 1, 2$
- j = indeks yang menunjukkan opsi kapasitas produksi, $j = 1, 2, 3, 4, 5$
- k = indeks yang menunjukkan bulan Masehi, $k = 1, 2, 3, \dots, 12$
- X = jumlah produksi optimal
- V = total volume optimal yang dapat dihasilkan

3.5 Tahap Analisis Hasil & Penarikan Kesimpulan dan Saran

Tahap ini adalah tahapan terakhir dari penelitian yang akan dilakukan. Pada tahap ini akan dianalisis hasil optimasi masing-masing skenario keluaran

dari perangkat lunak LINGO 11.0, sehingga dapat ditarik beberapa kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian serta saran hasil dari penelitian.

3.5.1 Analisis hasil dari optimasi permodelan

Hasil optimasi yang didapatkan dari perangkat lunak LINGO 11.0 berupa angka-angka yang dapat dianalisis dan diterjemahkan ke dalam bentuk yang lebih mudah dimengerti sesuai dengan kode-kode yang telah ditetapkan sebelumnya. Luaran perangkat lunak LINGO 11.0 berupa komposisi opsi kapasitas produksi dengan biaya minimum, yang disesuaikan dengan jumlah permintaan dari hasil peramalan sebelumnya.

3.5.2 Penarikan kesimpulan dan saran

Setelah analisis hasil telah dilakukan, maka kesimpulan yang akan ditarik harus mampu menjawab tujuan dari penelitian ini. Kesimpulan utama yang akan dicapai adalah bagaimana skenario terbaik dengan komposisi optimal dari opsi kapasitas produksi setiap bulan di tahun 2017 dengan biaya paling minimum.

Ketika penelitian ini telah selesai dilakukan, maka akan ada evaluasi dari berbagai sudut pandang seperti fokus pembahasan, metode yang digunakan, dan lain-lain. Hasil evaluasi ini menjadi saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bagian pengumpulan dan pengolahan data ini dijabarkan mengenai data-data yang digunakan serta cara mengolah data sehingga didapatkan hasil yang diinginkan.

4.1 Peramalan Permintaan 2017

Peramalan dilakukan untuk menentukan permintaan tinta pasta dan cair per bulan di tahun 2017. Data penjualan sejak Januari 2015 hingga Desember 2016 digunakan sebagai dasar peramalan permintaan di tahun 2017 menggunakan metode ARIMA dengan bantuan perangkat lunak statistik Minitab 17.

4.1.1 Data penjualan Januari 2015 – Desember 2016

Data penjualan sejak bulan Januari 2015 hingga bulan Desember 2016 untuk masing-masing jenis tinta ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Penjualan Tinta Januari 2015 – Desember 2016

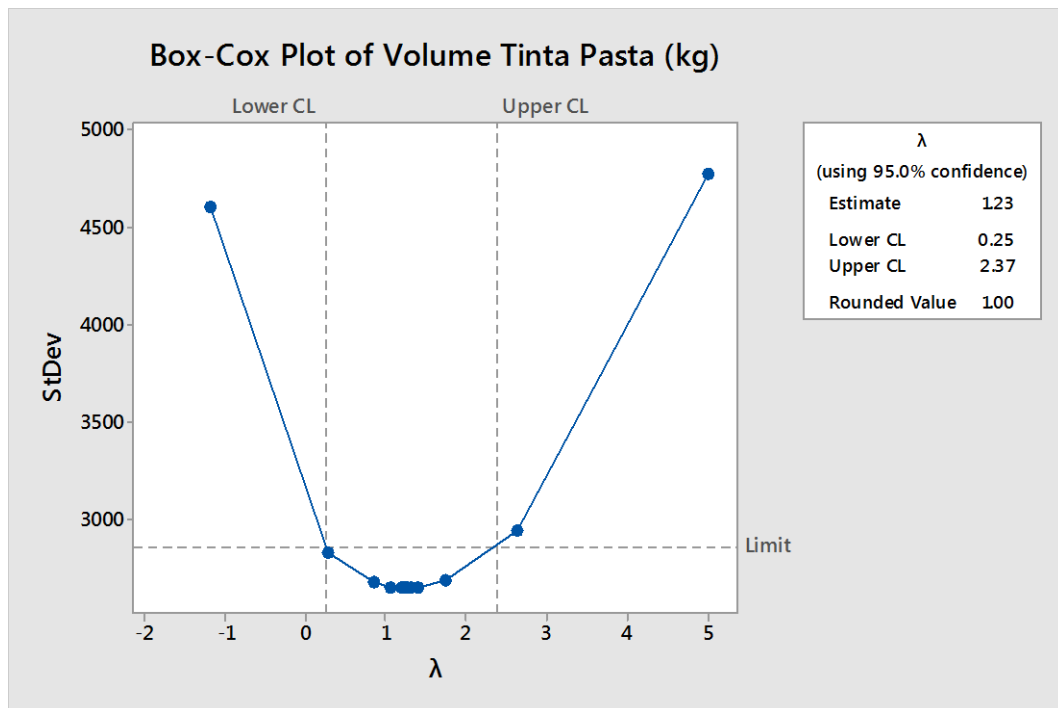
Bulan	Tinta Pasta (kg)	Tinta Cair (kg)
Januari 2015	12.551	61.260
Februari 2015	11.212	60.210
Maret 2015	10.619	58.460
April 2015	7.658	57.870
Mei 2015	8.645	58.630
Juni 2015	9.872	62.070

Juli 2015	15.641	70.290
Agustus 2015	2.783	66.150
September 2015	8.369	65.440
Oktober 2015	10.256	63.520
November 2015	10.879	64.130
Desember 2015	13.120	63.220
Januari 2016	13.985	64.130
Februari 2016	11.096	62.480
Maret 2016	9.139	60.110
April 2016	10.015	61.350
Mei 2016	11.385	65.320
Juni 2016	17.254	72.570
Juli 2016	9.052	69.100
Agustus 2016	11.983	67.140
September 2016	12.511	66.350
Oktober 2016	15.528	66.910
November 2016	16.015	70.460
Desember 2016	19.812	70.850

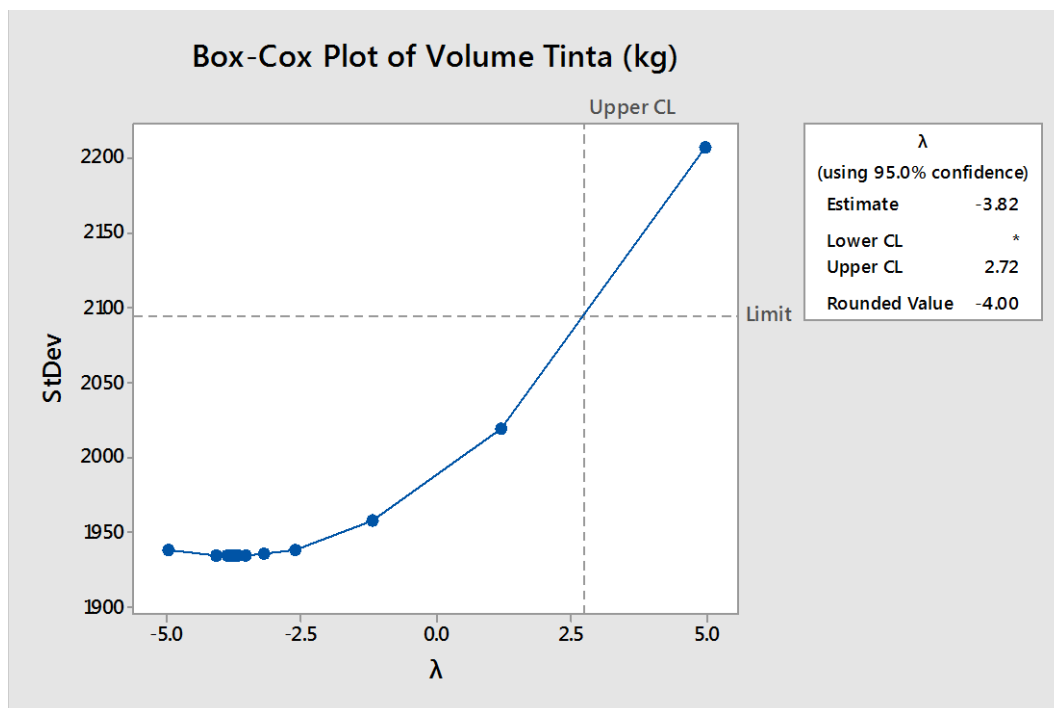
4.1.2 Perhitungan peramalan permintaan 2017

Peramalan permintaan tinta pasta dan tinta cair di tahun 2017 diawali dengan melihat kestasioneran data. Data harus bersifat stasioner terhadap varian dan rata-rata.

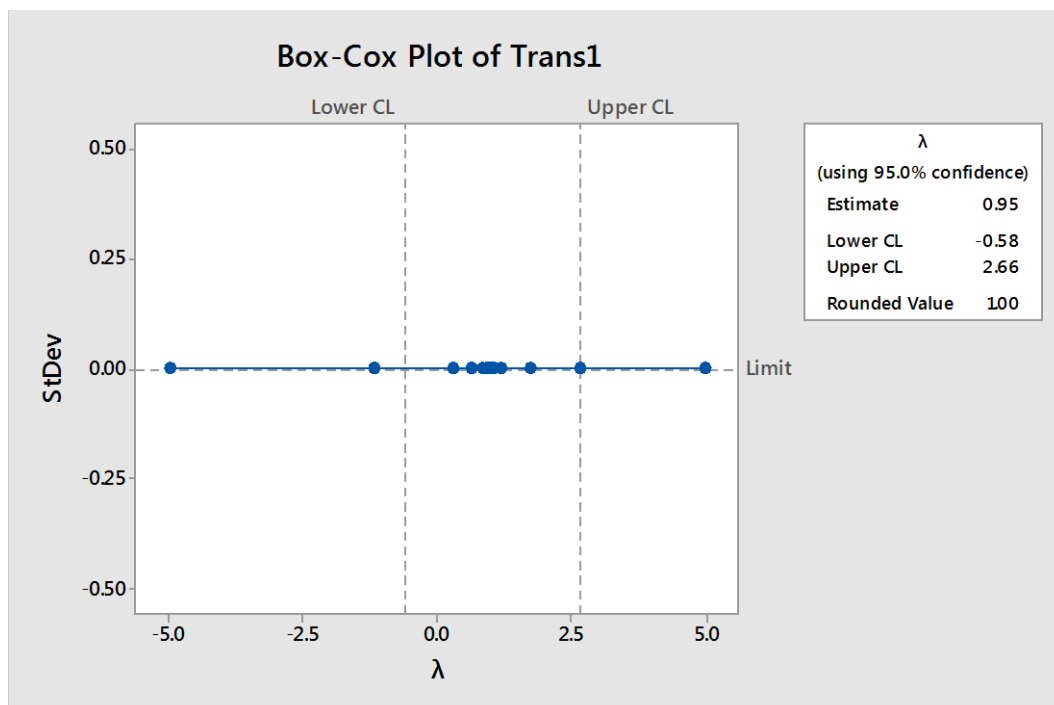
Data harus ditampilkan dalam bentuk grafik Box-Cox. Jika nilai $\lambda = 1,00$ dapat disimpulkan bahwa data tersebut stasioner terhadap varian. Namun jika nilai $\lambda \neq 1,00$ diperlukan proses transformasi sehingga nilai $\lambda = 1,00$. Pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa data penjualan tinta pasta periode Januari 2015 – Desember 2016 telah stasioner terhadap varian. Sedangkan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa data penjualan tinta cair periode Januari 2015 – Desember 2016 belum stasioner terhadap varian karena nilai $\lambda = -4,00$. Oleh karena itu diperlukan transformasi hingga nilai $\lambda = 1,00$ dan didapatkan Gambar 4.3.



Gambar 4.1 Grafik Box-Cox Data Penjualan Tinta Pasta Periode Januari 2015 – Desember 2016

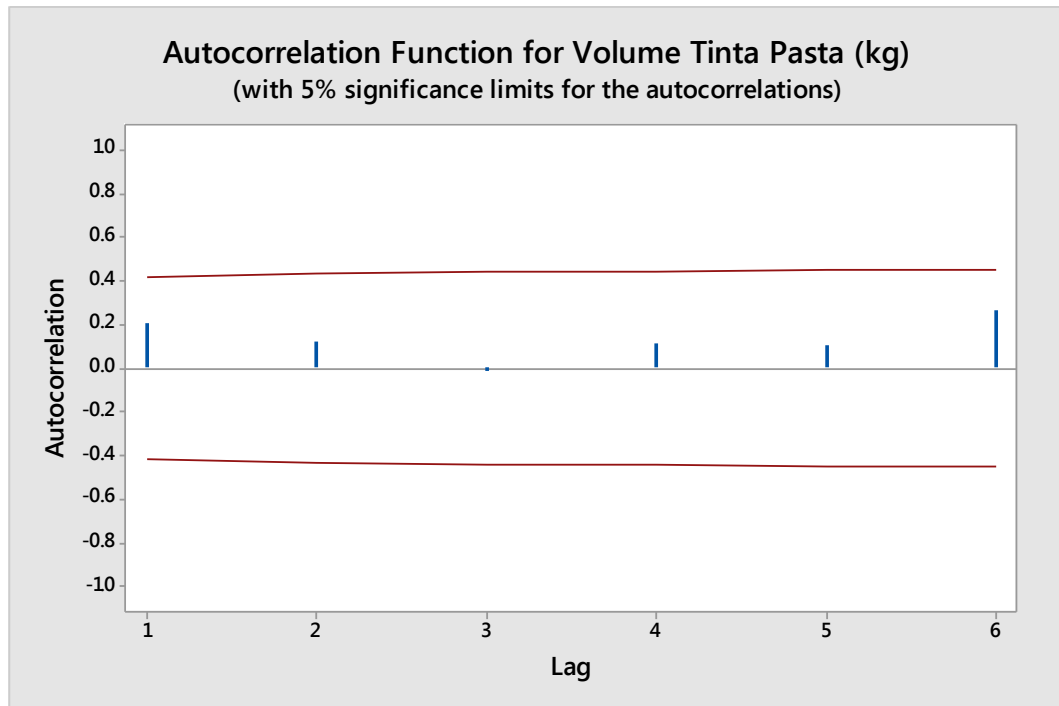


Gambar 4.2 Grafik Box-Cox Data Penjualan Tinta Cair Periode Januari 2015 – Desember 2016



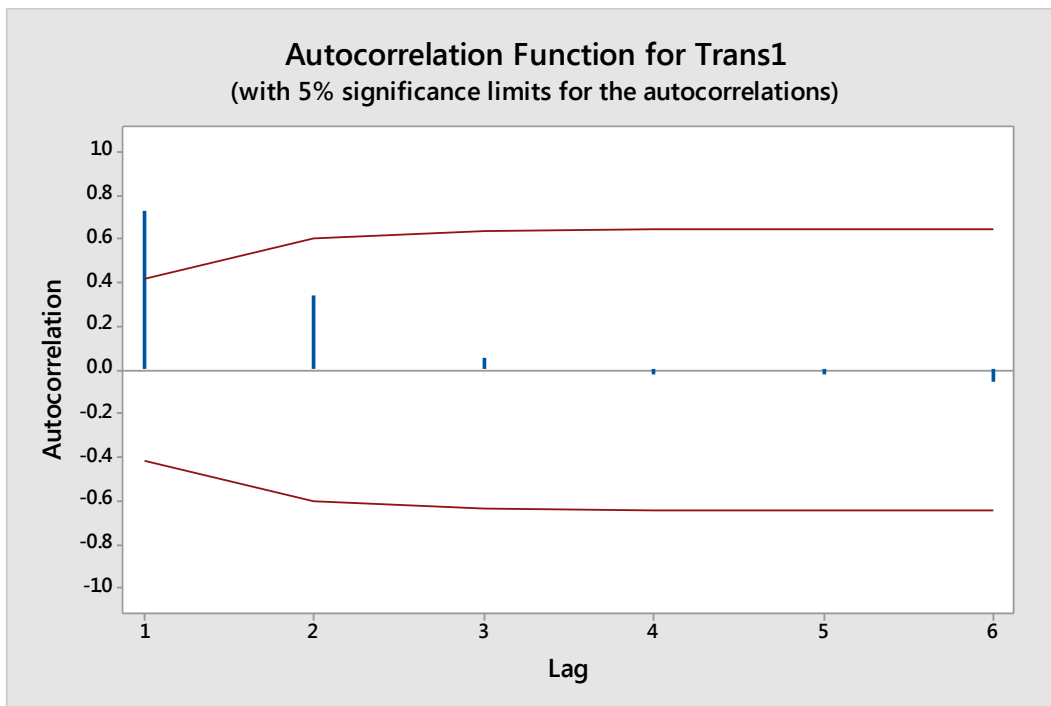
Gambar 4.3 Grafik Box-Cox Hasil Transformasi Data Penjualan Tinta Cair Periode Januari 2015 – Desember 2016

Data dapat dianggap stasioner terhadap rata-rata apabila tidak lebih dari dua lag yang melebihi garis batas pada grafik autokorelasi (ACF). Jika data belum stasioner terhadap rata-rata maka harus dilakukan diferensiasi. Pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa data penjualan tinta pasta maupun cair periode Januari 2015 – Desember 2016 telah stasioner terhadap rata-rata.

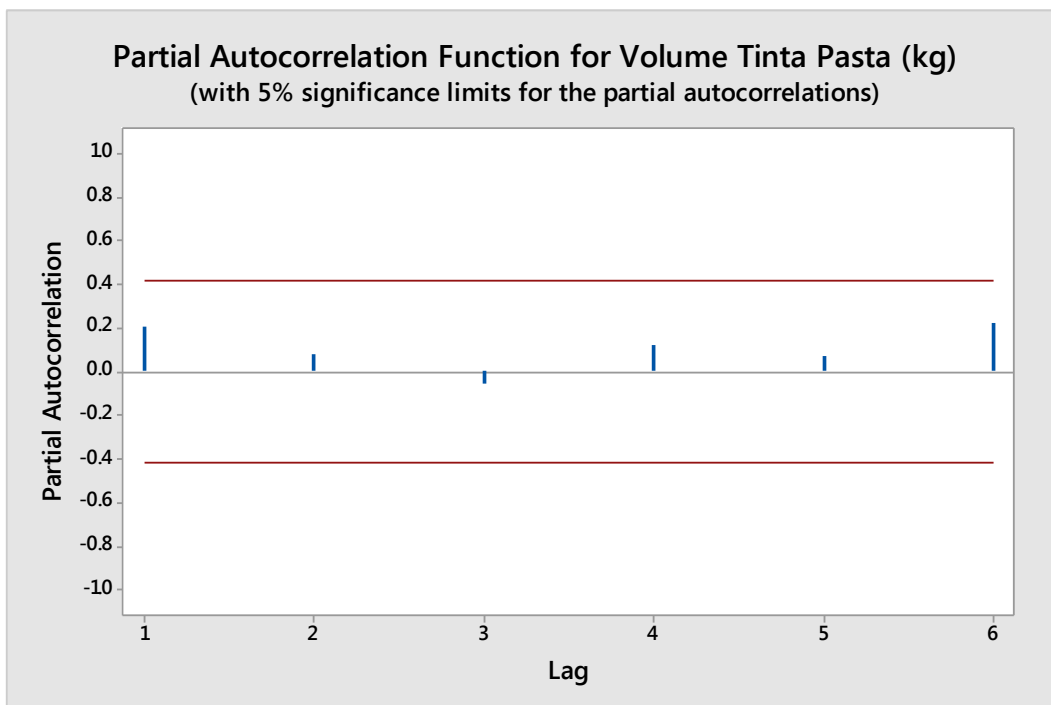


Gambar 4.4 Grafik ACF Data Penjualan Tinta Pasta Periode Januari 2015 – Desember 2016

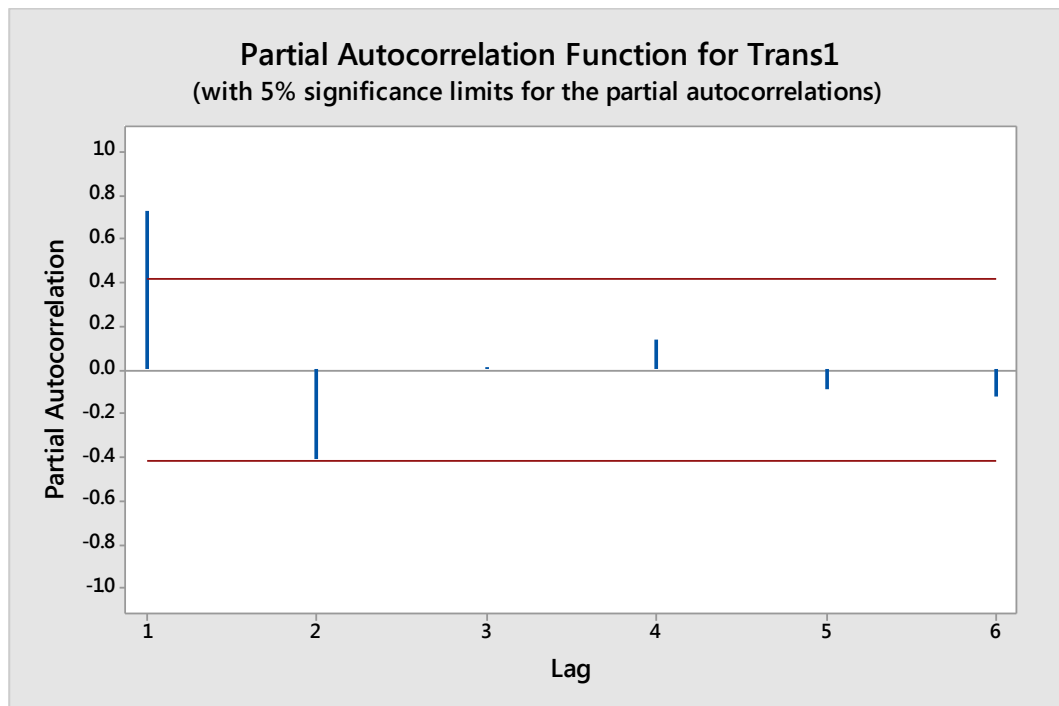
Setelah data stasioner terhadap varian dan rata-rata, maka dapat dilakukan tahap identifikasi terhadap nilai p , d , q dengan mengamati grafik ACF dan grafik autokorelasi parsial (PACF). Grafik ACF ini digunakan untuk mengidentifikasi nilai q , sedangkan grafik PACF digunakan untuk mengidentifikasi tingkat p pada model ARIMA (p , d , q). Nilai d dapat ditentukan dari banyaknya proses diferensiasi yang dilakukan untuk memperoleh data yang stasioner terhadap rata-rata.



Gambar 4.5 Grafik ACF Hasil Transformasi dari Data Penjualan Tinta Cair Periode Januari 2015 – Desember 2016



Gambar 4.6 Grafik PACF Data Penjualan Tinta Pasta Periode Januari 2015 – Desember 2016



Gambar 4.7 Grafik PACF Hasil Transformasi dari Data Penjualan Tinta Cair Periode Januari 2015 – Desember 2016

Pada penelitian ini tidak terdapat proses diferensiasi sehingga nilai d bernilai 0. Pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa lag 1 tidak berada dalam garis batas signifikan, sehingga model ARIMA yang mungkin adalah AR (1, 0, 0), MA (0, 0, 1) atau ARMA (1, 0, 1).

Nilai p , d , q yang telah diidentifikasi kemudian diuji signifikansi dari parameter-parameternya menggunakan uji hipotesis yang dapat dilihat pada LAMPIRAN A. Jika nilai parameter-parameter telah signifikan terhadap model, maka model tersebut digunakan untuk dilakukan peramalan.

Penelitian ini menggunakan model ARMA (1, 0, 1) dalam proses peramalan permintaan dari pelanggan di tahun 2017 dan hasilnya dapat dilihat di Tabel 4.2. Hal ini berlaku untuk peramalan permintaan kedua jenis tinta pasta maupun cair.

Tabel 4.2 Data Hasil Peramalan Permintaan per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Tinta Pasta (kg)	Tinta Cair (kg)
Januari 2017	15.147,00	70.874,70
Februari 2017	15.154,90	70.907,10
Maret 2017	15.162,80	70.939,50
April 2017	15.170,70	70.972,00
Mei 2017	15.178,60	71.004,40
Juni 2017	15.186,50	71.036,90
Juli 2017	15.194,40	71.069,40
Agustus 2017	15.202,30	71.101,90
September 2017	15.210,20	71.134,40
Oktober 2017	15.218,10	71.166,90
November 2017	15.226,00	71.199,40
Desember 2017	15.234,00	71.232,00
TOTAL	182.285,50	852.638,60

4.2 Perencanaan Produksi

Perencanaan produksi harus dihitung secara tepat sejak bulan Januari hingga Desember 2017. Jumlah hari dan jam kerja efektif setiap bulan berbeda sesuai dengan kalender Indonesia tahun 2017 ditunjukkan pada Tabel 4.3. Hal ini berdasarkan pada Surat Keputusan Bersama Menteri Agama, Menteri Ketenagakerjaan, dan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi

Birokrasi Republik Indonesia tentang Perubahan atas Keputusan Menteri Agama, Menteri Ketenagakerjaan, dan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia Nomor 135 Tahun 2016, Nomor SKB 109 Tahun 2016, Nomor 01/SKB/MENPANRB/04/2016 tentang Hari Libur Nasional dan Cuti Bersama Tahun 2017.

Tabel 4.3 Jumlah Hari dan Jam Kerja Efektif di Tahun 2017

Bulan	Hari Efektif	Jam Kerja Efektif
Januari	21	168
Pebruari	19	152
Maret	22	176
April	18	144
Mei	20	160
Juni	16	128
Juli	21	168
Agustus	22	176
September	19	152
Oktober	22	176
Nopember	22	176
Desember	18	144

Prioritas lembur adalah di hari kerja, jika dibutuhkan tambahan maka akhir pekan atau hari libur non-Minggu digunakan. Aturan lembur adalah 2 jam di hari kerja serta 4 jam di hari Sabtu atau hari libur non-Minggu dan jumlah jam maksimum lembur dalam satu bulan adalah 56 jam. Data detil mengenai lembur ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Lembur di Tahun 2017

Bulan	Hari Sabtu dan Libur non-Minggu	Lembur Weekday (Jam)	Lembur Weekend (Hari)	Lembur Weekend (Jam)	Jumlah Jam Lembur
Januari	5	42	3	12	54
Pebruari	5	38	4	16	54
Maret	5	44	3	12	56
April	7	36	4	16	52
Mei	7	40	4	16	56
Juni	5	32	4	16	48
Juli	5	42	3	12	54
Agustus	5	44	3	12	56
September	7	38	4	16	54
Oktober	4	44	3	12	56
Nopember	4	44	3	12	56
Desember	8	36	4	16	52

4.2.1 Penentuan struktur biaya produksi

Struktur biaya produksi disusun atas biaya yang dikeluarkan untuk bahan baku, tenaga kerja, dan biaya lain dalam memproses suatu bahan baku atau barang setengah jadi menjadi barang setengah jadi atau barang jadi. Pada penelitian ini, biaya bahan baku untuk tinta pasta maupun cair dapat dieliminasi karena nilainya sama antara satu opsi dengan lainnya sehingga dapat dikeluarkan dari perhitungan.

Struktur biaya produksi opsi reguler meliputi biaya tenaga kerja, listrik mesin, depresiasi mesin, perawatan mesin, serta listrik lampu dan komputer. Sedangkan struktur biaya opsi *shift* kedua meliputi biaya tenaga kerja, listrik mesin, serta listrik komputer dan lampu.

Struktur biaya produksi opsi lembur meliputi biaya tenaga kerja, biaya listrik mesin, serta biaya listrik komputer dan lampu. Perhitungan biaya lembur didasarkan pada Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Kep. 102/MEN/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur. Sedangkan struktur biaya produksi opsi sub kontrak meliputi biaya tenaga kerja, depresiasi aset, serta biaya transportasi.

Biaya rekreasi sebesar Rp2.000.000,00 per orang dan bonus sebesar 2,6 kali gaji merupakan kebijakan dari manajemen PT SWS untuk tahun 2017. Besaran biaya THR berdasarkan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 6 Tahun 2016 tentang Tunjangan Hari Raya Keagamaan Bagi Pekerja/Buruh di Perusahaan. Begitu pula untuk biaya kesehatan sebesar 1,7 kali gaji, merupakan biaya kesehatan yang telah diatur di Peraturan Perusahaan PT SWS Tahun 2015 – 2017.

4.2.1.1 Struktur biaya produksi tinta pasta

Pada bagian ini struktur biaya produksi tinta pasta untuk setiap opsi kapasitas produksi dihitung berdasarkan masing-masing unsur penyusunnya.

Reguler

Biaya tenaga kerja produksi tinta pasta menggunakan opsi kapasitas produksi reguler dihitung dengan tiga orang tenaga kerja. Data perhitungan ditampilkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Biaya Tenaga Kerja Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta

Unsur Penyusun	Jumlah Tenaga Kerja	Faktor Pengali	Biaya Satuan	Biaya Total
Gaji	3	12	3.296.212,50	118.663.650,00
THR	3	1	3.296.212,50	9.888.637,50
Bonus	3	2,6	3.296.212,50	25.710.457,50
Rekreasi	3	1	2.000.000,00	6.000.000,00
Kesehatan	3	1,7	3.296.212,50	16.810.683,75

Total Biaya Tenaga Kerja per Tahun	177.073.428,75
Total Biaya Tenaga Kerja per Bulan	14.756.119,06

Biaya listrik mesin tinta pasta menggunakan opsi kapasitas produksi reguler didasarkan pada jumlah serta jenis mesin, lama penggunaan, dan besaran daya setiap mesin dalam kilo Watt kemudian dikonversi menjadi kilo Volt Ampere. Besaran ini dikalikan dengan tarif per kVA yang telah ditetapkan oleh PLN. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Biaya Listrik Mesin Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta

Mesin	Daya (kW)	Jam Penggunaan*	Utilisasi	Faktor Daya	Tarif per kVA**	Biaya Total
M ₁₁₁	6,69	176	30%	1,11	1.364,86	535.144,57
M ₁₁₂	2,23	176	30%	1,11	1.364,86	178.381,52
M ₁₁₃	2,23	176	30%	1,11	1.364,86	178.381,52
M ₁₁₄	1,49	176	50%	1,11	1.364,86	198.646,09
M ₁₁₅	0,75	176	60%	1,11	1.364,86	119.987,57
Total Biaya Listrik Mesin per Bulan						1.210.541,29

* Jam penggunaan bervariasi setiap bulan tergantung pada jumlah jam kerja efektif sesuai Tabel 4.3.

** Biaya per kVA golongan tarif B-2/TR berdasarkan Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (*Tariff Adjustment*) Bulan Juni 2016

Biaya listrik mesin produksi tinta pasta per bulan di tahun 2017 bervariasi berdasarkan jam kerja efektif setiap bulan. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Biaya Listrik Mesin Opsi Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Listrik Mesin
Januari	1.155.516,68
Pebruari	1.045.467,47
Maret	1.210.541,29
April	990.442,87
Mei	1.100.492,08
Juni	880.393,66
Juli	1.155.516,68
Agustus	1.210.541,29
September	1.045.467,47
Oktober	1.210.541,29
Nopember	1.210.541,29
Desember	990.442,87

Biaya depresiasi mesin dihitung dari data harga, tahun pembelian, dan masa manfaat mesin produksi tinta pasta berdasarkan data internal PT SWS. Data tersebut ditampilkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Biaya Depresiasi Mesin Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta

Mesin	Harga	Tahun Pembelian	Masa Manfaat	Biaya Total
M ₁₁₁	175.500.000,00	2016	10	17.550.000,00
M ₁₁₂	64.800.000,00	2012	10	6.480.000,00
M ₁₁₃	64.800.000,00	2012	10	6.480.000,00

Mesin	Harga	Tahun Pembelian	Masa Manfaat	Biaya Total
M ₁₁₄	39.150.000,00	2009	10	3.915.000,00
M ₁₁₅	7.020.000,00	2010	10	702.000,00
Total Biaya Depresiasi Mesin per Tahun				35.127.000,00
Total Biaya Depresiasi Mesin per Bulan				2.927.250,00

Biaya perawatan mesin pasta didasarkan pada anggaran biaya perawatan total per bulan dikalikan besaran asumsi alokasi perawatan mesin dari segi waktu maupun harga onderdil sebesar 25% dari total sesuai Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Biaya Perawatan Mesin Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta

Biaya Perawatan Total per bulan	Asumsi Alokasi Perawatan Mesin	Biaya Perawatan Mesin per bulan
6.500.000,00	25%	1.625.000,00

Biaya listrik untuk penggunaan komputer dan lampu pada opsi kapasitas produksi reguler didasarkan pada jumlah perangkat, lama penggunaan, dan besaran daya setiap perangkat dalam kilo Watt kemudian dikonversi menjadi kilo Volt Ampere. Besaran ini dikalikan dengan tarif per kVA yang telah ditetapkan oleh PLN. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta

Perangkat	Daya (kW)	Jumlah	Faktor Daya	Jam Penggunaan*	Tarif per kVA**	Biaya per bulan
Komputer	0,4	1	1,11	176	1.364,86	106.655,62
Lampu	0,01	4	1,11	176	1.364,86	10.665,56
Total Biaya Listrik Komputer dan Lampu						117.321,18

* Jam penggunaan bervariasi setiap bulan tergantung pada jumlah jam kerja efektif sesuai Tabel 4.3.

** Biaya per kVA golongan tarif B-2/TR berdasarkan Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (*Tariff Adjustment*) Bulan Juni 2016.

Jumlah jam kerja efektif berbeda setiap bulan, hal ini menyebabkan perbedaan biaya listrik komputer dan lampu di produksi tinta pasta menggunakan opsi kapasitas produksi reguler pun bervariasi setiap bulan di tahun 2017. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi Reguler Produksi Pasta per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Listrik Komputer dan Lampu
Januari	111.988,40
Pebruari	101.322,84
Maret	117.321,18
April	95.990,06
Mei	106.655,62
Juni	85.324,50
Juli	111.988,40
Agustus	117.321,18
September	101.322,84
Oktober	117.321,18
Nopember	117.321,18
Desember	95.990,06

Total biaya produksi tinta pasta dengan menggunakan opsi kapasitas produksi reguler didasarkan pada penjumlahan seluruh struktur biaya produksi. Masing-masing struktur biaya produksi memiliki nilai yang bervariasi setiap bulannya. Hal ini menyebabkan total biaya produksi pun berbeda setiap bulan di tahun 2017. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Struktur Biaya Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Tenaga Kerja	Biaya Listrik Mesin	Biaya Depresiasi Mesin	Biaya Perawatan Mesin	Biaya Listrik Lampu dan Komputer	Total Biaya Reguler
Januari	14.756.119,06	1.155.516,68	2.927.250,00	1.625.000,00	111.988,40	20.575.874,14
Pebruari	14.756.119,06	1.045.467,47	2.927.250,00	1.625.000,00	101.322,84	20.455.159,37
Maret	14.756.119,06	1.210.541,29	2.927.250,00	1.625.000,00	117.321,18	20.636.231,53
April	14.756.119,06	990.442,87	2.927.250,00	1.625.000,00	95.990,06	20.394.801,99
Mei	14.756.119,06	1.100.492,08	2.927.250,00	1.625.000,00	106.655,62	20.515.516,76
Juni	14.756.119,06	880.393,66	2.927.250,00	1.625.000,00	85.324,50	20.274.087,22
Juli	14.756.119,06	1.155.516,68	2.927.250,00	1.625.000,00	111.988,40	20.575.874,14
Agustus	14.756.119,06	1.210.541,29	2.927.250,00	1.625.000,00	117.321,18	20.636.231,53
September	14.756.119,06	1.045.467,47	2.927.250,00	1.625.000,00	101.322,84	20.455.159,37
Oktober	14.756.119,06	1.210.541,29	2.927.250,00	1.625.000,00	117.321,18	20.636.231,53
Nopember	14.756.119,06	1.210.541,29	2.927.250,00	1.625.000,00	117.321,18	20.636.231,53
Desember	14.756.119,06	990.442,87	2.927.250,00	1.625.000,00	95.990,06	20.394.801,99

Shift Kedua

Pada perhitungan biaya produksi tinta pasta menggunakan opsi kapasitas produksi penambahan *shift* kedua, biaya perawatan mesin tidak dimasukkan karena kegiatan perawatan hanya ada pada jam kerja reguler. Selain itu biaya depresiasi juga tidak diperhitungkan karena hanya dibebankan pada jam kerja reguler.

Biaya tenaga kerja produksi tinta pasta menggunakan opsi *shift* kedua sama dengan reguler karena jumlah tenaga kerja yang dilibatkan juga sama. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Biaya Tenaga Kerja Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Pasta

Unsur Penyusun	Jumlah Tenaga Kerja	Faktor Pengali	Biaya Satuan	Biaya Total
Gaji	3	12	3.296.212,50	118.663.650,00
THR	3	1	3.296.212,50	9.888.637,50
Bonus	3	2,6	3.296.212,50	25.710.457,50
Rekreasi	3	1	2.000.000,00	6.000.000,00
Kesehatan	3	1,7	3.296.212,50	16.810.683,75
Total Biaya Tenaga Kerja per Tahun				177.073.428,75
Total Biasa Tenaga Kerja per Bulan				14.756.119,06

Begitu pula dengan biaya listrik untuk mesin produksi tinta pasta menggunakan opsi *shift* kedua sama dengan reguler karena jumlah mesin yang digunakan juga sama. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Biaya Listrik Mesin Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Pasta

Mesin	Daya (kW)	Jam Penggunaan*	Utilisasi	Faktor Daya	Biaya per kVA**	Biaya Total
M ₁₂₁	6,69	176	30%	1,11	1.364,86	535.144,57

Mesin	Daya (kW)	Jam Penggunaan*	Utilisasi	Faktor Daya	Biaya per kVA**	Biaya Total
M ₁₂₂	2,23	176	30%	1,11	1.364,86	178.381,52
M ₁₂₃	2,23	176	30%	1,11	1.364,86	178.381,52
M ₁₂₄	1,49	176	50%	1,11	1.364,86	198.646,09
M ₁₂₅	0,75	176	60%	1,11	1.364,86	119.987,57
Total Biaya Listrik Mesin						1.210.541,29

* Jam penggunaan bervariasi setiap bulan tergantung pada jumlah jam kerja efektif sesuai Tabel 4.3.

** Biaya per kVA golongan tarif B-2/TR berdasarkan Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (Tariff Adjustment) Bulan Juni 2016

Biaya listrik mesin produksi tinta pasta per bulan di tahun 2017 bervariasi berdasarkan jam kerja efektif setiap bulan. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Biaya Listrik Mesin Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Listrik Mesin
Januari	1.155.516,68
Pebruari	1.045.467,47
Maret	1.210.541,29
April	990.442,87
Mei	1.100.492,08
Juni	880.393,66
Juli	1.155.516,68

Bulan	Biaya Listrik Mesin
Agustus	1.210.541,29
September	1.045.467,47
Oktober	1.210.541,29
Nopember	1.210.541,29
Desember	990.442,87

Tidak ada perbedaan biaya listrik untuk komputer dan lampu untuk produksi tinta pasta menggunakan opsi *shift* kedua jika dibandingkan dengan reguler karena jumlah dan jenis perangkat yang digunakan juga sama. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Pasta

Perangkat	Daya (kW)	Jumlah	Faktor Daya	Jam Penggunaan*	Tarif per kVA**	Biaya per bulan
Komputer	0,4	1	1,11	176	1.364,86	106.655,62
Lampu	0,01	4	1,11	176	1.364,86	10.665,56
Total Biaya Listrik Komputer dan Lampu						117.321,18

* Jam penggunaan bervariasi setiap bulan tergantung pada jumlah jam kerja efektif sesuai Tabel 4.3.

** Biaya per kVA golongan tarif B-2/TR berdasarkan Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (*Tariff Adjustment*) Bulan Juni 2016.

Biaya listrik komputer dan lampu di produksi pasta per bulan di tahun 2017 bervariasi berdasarkan jam kerja efektif setiap bulan. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi *Shift* Kedua Produksi Pasta per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Listrik Mesin
Januari	111.988,40
Pebruari	101.322,84
Maret	117.321,18
April	95.990,06
Mei	106.655,62
Juni	85.324,50
Juli	111.988,40
Agustus	117.321,18
September	101.322,84
Oktober	117.321,18
Nopember	117.321,18
Desember	95.990,06

Biaya produksi tinta pasta menggunakan opsi kapasitas produksi *shift* kedua dihitung berdasarkan struktur biaya penyusunnya setiap bulan. Hal ini ditampilkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Total Struktur Biaya Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Tenaga Kerja	Biaya Listrik Mesin	Biaya Listrik Komputer dan Lampu	Biaya Total
Januari	14.756.119,06	1.155.516,68	111.988,40	16.023.624,14
Pebruari	14.756.119,06	1.045.467,47	101.322,84	15.902.909,37

Bulan	Biaya Tenaga Kerja	Biaya Listrik Mesin	Biaya Listrik Komputer dan Lampu	Biaya Total
Maret	14.756.119,06	1.210.541,29	117.321,18	16.083.981,53
April	14.756.119,06	990.442,87	95.990,06	15.842.551,99
Mei	14.756.119,06	1.100.492,08	106.655,62	15.963.266,76
Juni	14.756.119,06	880.393,66	85.324,50	15.721.837,22
Juli	14.756.119,06	1.155.516,68	111.988,40	16.023.624,14
Agustus	14.756.119,06	1.210.541,29	117.321,18	16.083.981,53
September	14.756.119,06	1.045.467,47	101.322,84	15.902.909,37
Oktober	14.756.119,06	1.210.541,29	117.321,18	16.083.981,53
Nopember	14.756.119,06	1.210.541,29	117.321,18	16.083.981,53
Desember	14.756.119,06	990.442,87	95.990,06	15.842.551,99

Lembur

Pada perhitungan biaya produksi tinta pasta menggunakan opsi kapasitas produksi lembur, biaya perawatan mesin tidak dimasukkan karena kegiatan perawatan hanya ada pada jam kerja reguler. Selain itu biaya depresiasi juga tidak diperhitungkan karena hanya dibebankan pada jam kerja reguler.

Sedangkan perhitungan biaya tenaga kerja produksi pasta menggunakan opsi kapasitas produksi lembur didasarkan pada jam lembur yang tersedia setiap bulan di tahun 2017 dikalikan dengan angka tertentu dan juga ditambahkan uang makan berdasarkan peraturan Kemenaker RI. Jumlah tenaga kerja yang diizinkan untuk lembur produksi pasta adalah dua orang. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.18. Sedangkan biaya lembur untuk tenaga kerja produksi pasta per bulan di tahun 2017 ditunjukkan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.18 Biaya Tenaga Kerja Opsi Lembur Produksi Pasta

Jenis Biaya	Jumlah Orang	Jumlah Hari (n)*	Multiplikasi $1,5+2(n-1)$	Faktor Pengali	Biaya	Total Biaya
Lembur Hari Kerja	2	20	3,5	1/273	3.296.212,50	2.667.455,20
Lembur Akhir Pekan dan Hari Libur non-Minggu	2	4	7,5	1/273	3.296.212,50	1.143.195,09
Uang Makan	2	24	1	1	20.000,00	960.000,00
Total Biaya Tenaga Kerja						4.770.650,29

* Jumlah hari bervariasi setiap bulan sesuai Tabel 4.3.

Tabel 4.19 Biaya Tenaga Kerja Opsi Lembur Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Tenaga Kerja
Januari	4.618.224,28
Pebruari	4.597.277,53
Maret	4.791.597,04
April	4.423.904,77
Mei	4.770.650,29
Juni	4.077.159,25
Juli	4.618.224,28
Agustus	4.791.597,04
September	4.597.277,53

Bulan	Biaya Tenaga Kerja
Oktober	4.791.597,04
Nopember	4.791.597,04
Desember	4.423.904,77

Terdapat perbedaan biaya listrik mesin untuk produksi tinta pasta menggunakan opsi kapasitas produksi lembur jika dibandingkan dengan reguler karena jumlah mesin yang digunakan dan lama penggunaan berbeda. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Biaya Listrik Mesin Opsi Lembur Produksi Tinta Pasta

Mesin	Daya (kW)	Jam Penggunaan*	Utilisasi	Faktor Daya	Biaya per kVA**	Biaya Total
M ₁₃₁	2,23	56	40%	1,11	1.364,86	75.677,01
M ₁₃₂	2,23	56	40%	1,11	1.364,86	75.677,01
Total Biaya Listrik Mesin						151.354,02

* Jam penggunaan bervariasi setiap bulan tergantung pada jumlah jam lembur.

** Biaya per kVA golongan tarif B-2/TR berdasarkan Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (*Tariff Adjustment*) Bulan Juni 2016.

Biaya listrik mesin produksi tinta pasta per bulan di tahun 2017 bervariasi berdasarkan jam kerja lembur efektif setiap bulan. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Biaya Listrik Mesin Opsi Lembur Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Listrik Mesin
Januari	145.948,52
Pebruari	145.948,52
Maret	151.354,02
April	140.543,02
Mei	151.354,02
Juni	129.732,02
Juli	145.948,52
Agustus	151.354,02
September	145.948,52
Oktober	151.354,02
Nopember	151.354,02
Desember	140.543,02

Terdapat perbedaan biaya listrik untuk komputer dan lampu untuk produksi tinta pasta menggunakan opsi lembur jika dibandingkan dengan reguler karena lama penggunaannya berbeda. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi Lembur Produksi Tinta Pasta

Perangkat	Daya (kW)	Jumlah	Faktor Daya	Jam Penggunaan*	Tarif per kVA**	Biaya per bulan
Komputer	0,4	1	1,11	56	1.364,86	33.935,88
Lampu	0,01	4	1,11	56	1.364,86	3.393,59

Total Biaya Listrik Komputer dan Lampu	37.329,47
--	-----------

* Jam penggunaan bervariasi setiap bulan tergantung pada jumlah jam lembur.

** Biaya per kVA golongan tarif B-2/TR berdasarkan Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (*Tariff Adjustment*) Bulan Juni 2016.

Biaya listrik komputer dan lampu di produksi pasta per bulan di tahun 2017 bervariasi berdasarkan jam lembur. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Biaya Listrik Komputer dan Lampu di Produksi Pasta per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Listrik Mesin
Januari	35.996,27
Pebruari	35.996,27
Maret	37.329,47
April	34.663,08
Mei	37.329,47
Juni	31.996,69
Juli	35.996,27
Agustus	37.329,47
September	35.996,27
Oktober	37.329,47
Nopember	37.329,47
Desember	34.663,08

Biaya produksi tinta pasta menggunakan opsi kapasitas produksi lembur dihitung berdasarkan struktur biaya penyusunnya setiap bulan. Hal ini ditampilkan pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Struktur Biaya Opsi Lembur Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Tenaga Kerja	Biaya Listrik Mesin	Biaya Listrik Lampu dan Komputer	Biaya Total
Januari	4.618.224,28	145.948,52	35.996,27	4.800.169,07
Pebruari	4.597.277,53	145.948,52	35.996,27	4.779.222,32
Maret	4.791.597,04	151.354,02	37.329,47	4.980.280,53
April	4.423.904,77	140.543,02	34.663,08	4.599.110,86
Mei	4.770.650,29	151.354,02	37.329,47	4.959.333,78
Juni	4.077.159,25	129.732,02	31.996,69	4.238.887,95
Juli	4.618.224,28	145.948,52	35.996,27	4.800.169,07
Agustus	4.791.597,04	151.354,02	37.329,47	4.980.280,53
September	4.597.277,53	145.948,52	35.996,27	4.779.222,32
Oktober	4.791.597,04	151.354,02	37.329,47	4.980.280,53
Nopember	4.791.597,04	151.354,02	37.329,47	4.980.280,53
Desember	4.423.904,77	140.543,02	34.663,08	4.599.110,86

Sub kontrak *InHouse* MCMO

Pada perhitungan biaya produksi tinta pasta menggunakan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* MCMO, biaya perawatan mesin tidak dimasukkan karena tidak ada kegiatan perawatan. Biaya listrik sama sekali tidak diperhitungkan karena ditanggung oleh pelanggan. Biaya depresiasi ikut dimasukkan karena termasuk aset. Biaya transportasi untuk pengiriman barang

mentah atau barang setengah jadi dan pengambilan barang jadi ikut dimasukkan ke dalam perhitungan.

Perhitungan biaya tenaga kerja tinta pasta menggunakan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* MCMO hampir sama dengan reguler. Perbedaan hanya terdapat pada jumlah tenaga kerja yang tersedia yaitu sebanyak dua orang. Data ini ditunjukkan pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Biaya Tenaga Kerja Opsi Sub Kontrak *InHouse* MCMO Produksi Tinta Pasta

Unsur Penyusun	Jumlah Tenaga Kerja	Faktor Pengali	Biaya Satuan	Biaya Total
Gaji	2	12	3.296.212,50	79.109.100,00
THR	2	1	3.296.212,50	6.592.425,00
Bonus	2	2,6	3.296.212,50	17.140.305,00
Rekreasi	2	1	2.000.000,00	4.000.000,00
Kesehatan	2	1,7	3.296.212,50	11.207.122,50
Total Biaya Tenaga Kerja per Tahun				118.048.952,50
Total Biaya Tenaga Kerja per Bulan				9.837.412,71

Biaya depresiasi mesin dihitung dari data harga, tahun pembelian, dan masa manfaat mesin produksi tinta pasta berdasarkan data internal PT SWS. Data tersebut ditampilkan pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Biaya Depresiasi Mesin Opsi Sub Kontrak *InHouse* MCMO Produksi Tinta Pasta

Unsur Penyusun	Harga	Tahun Pembelian	Masa Manfaat	Biaya Total
Mesin M ₁₄₁	24.300.000,00	2014	10	2.430.000,00
Mesin M ₁₄₂	13.500.000,00	2015	10	1.350.000,00

Unsur Penyusun	Harga	Tahun Pembelian	Masa Manfaat	Biaya Total
Mesin M ₁₄₃	7.020.000,00	2015	10	702.000,00
Komputer	7.000.000,00	2016	5	1.400.000,00
Printer	80.000.000,00	2014	5	16.000.000,00
Total Biaya Depresiasi Mesin per Tahun				21.882.000,00
Total Biaya Depresiasi Mesin per Bulan				1.823.500,00

Biaya transportasi didasarkan pada data internal PT SWS menggunakan truk box CDD kapasitas 2 Ton. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Biaya Transportasi Opsi Sub Kontrak *InHouse* MCMO Produksi Tinta Pasta

Unsur Penyusun	Biaya Kirim Bahan Baku	Biaya Kirim Barang Jadi	Biaya Total
Biaya Transportasi	376.320,00	376.320,00	752.640,00

Biaya produksi tinta pasta menggunakan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* MCMO dihitung berdasarkan struktur biaya penyusunnya setiap bulan. Hal ini ditampilkan pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Struktur Biaya Opsi Sub Kontrak *InHouse* MCMO Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017

Biaya Tenaga Kerja	Biaya Depresiasi	Biaya Transportasi	Biaya Total
9.837.412,71	1.823.500,00	752.640,00	12.413.552,71

Sub kontrak *InHouse* LAMIPAK

Pada perhitungan biaya produksi tinta pasta menggunakan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* LAMIPAK, biaya perawatan mesin tidak

dimasukkan karena tidak ada kegiatan perawatan. Biaya listrik sama sekali tidak diperhitungkan karena ditanggung oleh pelanggan. Biaya depresiasi ikut dimasukkan karena termasuk aset. Biaya transportasi untuk pengiriman barang mentah atau barang setengah jadi dan pengambilan barang jadi ikut dimasukkan ke dalam perhitungan.

Perhitungan biaya tenaga kerja tinta pasta menggunakan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* LAMIPAK hampir sama dengan reguler. Perbedaan hanya terdapat pada jumlah tenaga kerja yang tersedia yaitu sebanyak satu orang. Data ini ditunjukkan pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Biaya Tenaga Kerja Opsi Sub Kontrak *InHouse* LAMIPAK Produksi Tinta Pasta

Unsur Penyusun	Jumlah Tenaga Kerja	Faktor Pengali	Biaya Satuan	Biaya Total
Gaji	1	12	3.296.212,50	39.554.550,00
THR	1	1	3.296.212,50	3.296.212,50
Bonus	1	2,6	3.296.212,50	8.570.152,50
Rekreasi	1	1	2.000.000,00	2.000.000,00
Kesehatan	1	1,7	3.296.212,50	5.603.561,25
Total Biaya Tenaga Kerja per Tahun				59.024.476,25
Total Biaya Tenaga Kerja per Bulan				4.918.706,35

Biaya depresiasi mesin dihitung dari data harga, tahun pembelian, dan masa manfaat mesin produksi tinta pasta berdasarkan data internal PT SWS. Data tersebut ditampilkan pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Biaya Depresiasi Mesin Opsi Sub Kontrak *InHouse* LAMIPAK
Produksi Tinta Pasta

Unsur Penyusun	Harga	Tahun Pembelian	Masa Manfaat	Biaya Total
Mesin M ₁₅₁	7.020.000,00	2012	10	702.000,00
Komputer	7.000.000,00	2016	5	1.400.000,00
Printer	20.000.000,00	2014	5	4.000.000,00
Total Biaya Depresiasi Mesin per Tahun				6.102.000,00
Total Biaya Depresiasi Mesin per Bulan				508.500,00

Biaya transportasi didasarkan pada data internal PT SWS menggunakan truk box CDD kapasitas 2 Ton. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Biaya Transportasi Opsi Sub Kontrak *InHouse* LAMIPAK Produksi
Tinta Pasta

Unsur Penyusun	Biaya Kirim Bahan Baku	Biaya Kirim Barang Jadi	Biaya Total
Biaya Transportasi	376.320,00	376.320,00	752.640,00

Biaya produksi tinta pasta menggunakan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* LAMIPAK dihitung berdasarkan struktur biaya penyusunnya setiap bulan. Hal ini ditampilkan pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Struktur Biaya Opsi Sub Kontrak *InHouse* LAMIPAK Produksi Tinta
Pasta per Bulan di Tahun 2017

Biaya Tenaga Kerja	Biaya Depresiasi	Biaya Transportasi	Biaya Total
4.918.706,35	508.500,00	752.640,00	6.179.846,35

4.2.1.2 Struktur biaya produksi tinta cair

Pada bagian ini struktur biaya produksi tinta cair untuk setiap opsi kapasitas produksi dihitung berdasarkan masing-masing unsur penyusunnya.

Reguler

Biaya tenaga kerja produksi tinta cair menggunakan opsi kapasitas produksi reguler dihitung dengan dua orang tenaga kerja. Data perhitungan ditampilkan pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 Biaya Tenaga Kerja Opsi Reguler Produksi Tinta Cair

Unsur Penyusun	Jumlah Tenaga Kerja	Faktor Pengali	Biaya Satuan	Biaya Total
Gaji	2	12	3.296.212,50	79.109.100,00
THR	2	1	3.296.212,50	6.592.425,00
Bonus	2	2,6	3.296.212,50	17.140.305,00
Rekreasi	2	1	2.000.000,00	4.000.000,00
Kesehatan	2	1,7	3.296.212,50	11.207.122,50
Total Biaya Tenaga Kerja per tahun				118.048.952,50
Total Biaya Tenaga Kerja per bulan				9.837.412,71

Biaya listrik mesin tinta cair menggunakan opsi kapasitas produksi reguler didasarkan pada jumlah serta jenis mesin, lama penggunaan, dan besaran daya setiap mesin dalam kilo Watt kemudian dikonversi menjadi kilo Volt Ampere. Besaran ini dikalikan dengan tarif per kVA yang telah ditetapkan oleh PLN. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34 Biaya Listrik Mesin Opsi Reguler Produksi Tinta Cair

Mesin	Daya (kW)	Jam Penggunaan*	Utilisasi	Faktor Daya	Tarif per kVA**	Biaya Total
M ₂₁₁	22,37	176	40%	1,11	1.364,86	2.385.886,22

Mesin	Daya (kW)	Jam Penggunaan*	Utilisasi	Faktor Daya	Tarif per kVA**	Biaya Total
M ₂₁₂	11,19	176	40%	1,11	1.364,86	1.193.476,39
M ₂₁₃	3,73	176	40%	1,11	1.364,86	397.825,46
M ₂₁₄	3,73	176	60%	1,11	1.364,86	596.738,19
Total Biaya Listrik Mesin						4.573.926,26

* Jam penggunaan bervariasi setiap bulan tergantung pada jumlah jam kerja efektif sesuai Tabel 4.3.

** Biaya per kVA golongan tarif B-2/TR berdasarkan Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (*Tariff Adjustment*) Bulan Juni 2016.

Biaya listrik mesin produksi tinta cair per bulan di tahun 2017 bervariasi berdasarkan jam kerja efektif setiap bulan. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Biaya Listrik Mesin Opsi Reguler Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Listrik Mesin
Januari	4.366.020,52
Pebruari	3.950.209,04
Maret	4.573.926,26
April	3.742.303,30
Mei	4.158.114,78
Juni	3.326.491,82
Juli	4.366.020,52
Agustus	4.573.926,26
September	3.950.209,04

Bulan	Biaya Listrik Mesin
Oktober	4.573.926,26
Nopember	4.573.926,26
Desember	3.742.303,30

Biaya depresiasi mesin dihitung dari data harga, tahun pembelian, dan masa manfaat mesin produksi tinta cair berdasarkan data internal PT SWS. Data tersebut ditampilkan pada Tabel 4.36.

Tabel 4.36 Biaya Depresiasi Mesin Opsi Reguler Produksi Tinta Cair

Mesin	Harga	Tahun Pembelian	Masa Manfaat	Biaya Total
M ₂₂₁	1.350.000.000,00	2009	10	135.000.000,00
M ₂₂₂	945.000.000,00	2009	10	94.500.000,00
M ₂₂₃	202.500.000,00	2010	10	20.250.000,00
M ₂₂₄	7.020.000,00	2012	10	702.000,00
Total Biaya Depresiasi Mesin per Tahun				250.452.000,00
Total Biaya Depresiasi Mesin per Bulan				20.871.000,00

Biaya perawatan mesin cair didasarkan pada anggaran biaya perawatan total per bulan dikalikan besaran asumsi alokasi perawatan mesin dari segi waktu maupun harga onderdil sebesar 50% dari total sesuai Tabel 4.37.

Tabel 4.37 Biaya Perawatan Mesin Opsi Reguler Produksi Tinta Cair

Biaya Perawatan Total per bulan	Asumsi Alokasi Perawatan Mesin	Biaya Perawatan Mesin per bulan
6.500.000,00	50%	3.250.000,00

Biaya listrik untuk penggunaan komputer dan lampu pada opsi kapasitas produksi reguler didasarkan pada jumlah perangkat, lama penggunaan, dan besaran daya setiap perangkat dalam kilo Watt kemudian dikonversi menjadi kilo Volt Ampere. Besaran ini dikalikan dengan tarif per kVA yang telah ditetapkan oleh PLN. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi Reguler Produksi Tinta Cair

Perangkat	Daya (kW)	Jumlah	Faktor Daya	Jam Penggunaan*	Tarif per kVA**	Biaya per bulan
Komputer	0,4	1	1,11	176	1.364,86	106.655,62
Lampu	0,01	4	1,11	176	1.364,86	10.665,56
Total Biaya Listrik Komputer dan Lampu						117.321,18

* Jam penggunaan bervariasi setiap bulan tergantung pada jumlah jam kerja efektif sesuai Tabel 4.3.

** Biaya per kVA golongan tarif B-2/TR berdasarkan Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (*Tariff Adjustment*) Bulan Juni 2016.

Jumlah jam kerja efektif berbeda setiap bulan, hal ini menyebabkan perbedaan biaya listrik komputer dan lampu di produksi tinta cair menggunakan opsi kapasitas produksi reguler pun bervariasi setiap bulan di tahun 2017. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi Reguler Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Listrik Komputer dan Lampu
Januari	111.988,40
Pebruari	101.322,84
Maret	117.321,18

Bulan	Biaya Listrik Komputer dan Lampu
April	95.990,06
Mei	106.655,62
Juni	85.324,50
Juli	111.988,40
Agustus	117.321,18
September	101.322,84
Oktober	117.321,18
Nopember	117.321,18
Desember	95.990,06

Total biaya produksi tinta cair dengan menggunakan opsi kapasitas produksi reguler didasarkan pada penjumlahan seluruh struktur biaya produksi. Masing-masing struktur biaya produksi memiliki nilai yang bervariasi setiap bulannya. Hal ini menyebabkan total biaya produksi pun berbeda setiap bulan di tahun 2017. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.39.

Tabel 4.39 Total Struktur Biaya Opsi Reguler Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Tenaga Kerja	Biaya Listrik Mesin	Biaya Depresiasi Mesin	Biaya Perawatan Mesin	Biaya Listrik Lampu dan Komputer	Total Biaya Reguler
Januari	9.837.412,71	4.366.020,52	20.871.000,00	3.250.000,00	117.321,18	38.441.754,41
Pebruari	9.837.412,71	3.950.209,04	20.871.000,00	3.250.000,00	117.321,18	38.025.942,93
Maret	9.837.412,71	4.573.926,26	20.871.000,00	3.250.000,00	117.321,18	38.649.660,15
April	9.837.412,71	3.742.303,30	20.871.000,00	3.250.000,00	117.321,18	37.818.037,19
Mei	9.837.412,71	4.158.114,78	20.871.000,00	3.250.000,00	117.321,18	38.233.848,67
Juni	9.837.412,71	3.326.491,82	20.871.000,00	3.250.000,00	117.321,18	37.402.225,71
Juli	9.837.412,71	4.366.020,52	20.871.000,00	3.250.000,00	117.321,18	38.441.754,41
Agustus	9.837.412,71	4.573.926,26	20.871.000,00	3.250.000,00	117.321,18	38.649.660,15
September	9.837.412,71	3.950.209,04	20.871.000,00	3.250.000,00	117.321,18	38.025.942,93
Oktober	9.837.412,71	4.573.926,26	20.871.000,00	3.250.000,00	117.321,18	38.649.660,15
Nopember	9.837.412,71	4.573.926,26	20.871.000,00	3.250.000,00	117.321,18	38.649.660,15
Desember	9.837.412,71	3.742.303,30	20.871.000,00	3.250.000,00	117.321,18	37.818.037,19

Shift kedua

Pada perhitungan biaya produksi tinta cair menggunakan opsi kapasitas produksi penambahan *shift* kedua, biaya perawatan mesin tidak dimasukkan karena kegiatan perawatan hanya ada pada jam kerja reguler. Selain itu biaya depresiasi juga tidak diperhitungkan karena hanya dibebankan pada jam kerja reguler.

Biaya tenaga kerja produksi tinta cair menggunakan opsi *shift* kedua sama dengan reguler karena jumlah tenaga kerja yang dilibatkan juga sama. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40 Biaya Tenaga Kerja Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Cair

Unsur Penyusun	Jumlah Tenaga Kerja	Faktor Pengali	Biaya Satuan	Biaya Total
Gaji	2	12	3.296.212,50	79.109.100,00
THR	2	1	3.296.212,50	6.592.425,00
Bonus	2	2,6	3.296.212,50	17.140.305,00
Rekreasi	2	1	2.000.000,00	4.000.000,00
Kesehatan	2	1,7	3.296.212,50	11.207.122,50
Total Biaya Tenaga Kerja per Tahun				118.048.952,50
Total Biaya Tenaga Kerja per Bulan				9.837.412,71

Begitu pula dengan biaya listrik untuk mesin produksi tinta cair menggunakan opsi *shift* kedua sama dengan reguler karena jumlah mesin yang digunakan juga sama. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.41.

Tabel 4.41 Biaya Listrik Mesin Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Cair

Mesin	Daya (kW)	Jam Penggunaan*	Utilisasi	Faktor Daya	Biaya per kVA**	Biaya Total
M ₂₂₁	22,37	176	40%	1,11	1.364,86	2.385.886,22

Mesin	Daya (kW)	Jam Penggunaan*	Utilisasi	Faktor Daya	Biaya per kVA**	Biaya Total
M ₂₂₂	11,19	176	40%	1,11	1.364,86	1.193.476,39
M ₂₂₃	3,73	176	40%	1,11	1.364,86	397.825,46
M ₂₂₄	3,73	176	60%	1,11	1.364,86	596.738,19
Total Biaya Listrik Mesin						4.573.926,26

* Jam penggunaan bervariasi setiap bulan tergantung pada jumlah jam kerja efektif sesuai Tabel 4.3.

** Biaya per kVA golongan tarif B-2/TR berdasarkan Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (*Tariff Adjustment*) Bulan Juni 2016.

Biaya listrik mesin produksi tinta cair per bulan di tahun 2017 bervariasi berdasarkan jam kerja efektif setiap bulan. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.42.

Tabel 4.42 Biaya Listrik Mesin Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Listrik Mesin
Januari	4.365.282,41
Pebruari	3.949.541,23
Maret	4.573.153,00
April	3.741.670,64
Mei	4.157.411,82
Juni	3.325.929,46
Juli	4.365.282,41
Agustus	4.573.153,00
September	3.949.541,23

Bulan	Biaya Listrik Mesin
Oktober	4.573.153,00
Nopember	4.573.153,00
Desember	3.741.670,64

Tidak ada perbedaan biaya listrik untuk komputer dan lampu untuk produksi tinta cair menggunakan opsi *shift* kedua jika dibandingkan dengan reguler karena jumlah dan jenis perangkat yang digunakan juga sama. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.43.

Tabel 4.43 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Cair

Perangkat	Daya (kW)	Jumlah	Faktor Daya	Jam Penggunaan*	Tarif per kVA**	Biaya per bulan
Komputer	0,4	1	1,11	176	1.364,86	106.655,62
Lampu	0,01	4	1,11	176	1.364,86	10.665,56
Total Biaya Listrik Komputer dan Lampu						117.321,18

* Jam penggunaan bervariasi setiap bulan tergantung pada jumlah jam kerja efektif sesuai Tabel 4.3.

** Biaya per kVA golongan tarif B-2/TR berdasarkan Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (*Tariff Adjustment*) Bulan Juni 2016.

Biaya listrik komputer dan lampu di produksi cair per bulan di tahun 2017 bervariasi berdasarkan jam kerja efektif setiap bulan. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.44.

Tabel 4.44 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Listrik Komputer dan Lampu
Januari	111.988,40
Pebruari	101.322,84
Maret	117.321,18
April	95.990,06
Mei	106.655,62
Juni	85.324,50
Juli	111.988,40
Agustus	117.321,18
September	101.322,84
Oktober	117.321,18
Nopember	117.321,18
Desember	95.990,06

Biaya produksi tinta cair menggunakan opsi kapasitas produksi *shift* kedua dihitung berdasarkan struktur biaya penyusunnya setiap bulan. Hal ini ditampilkan pada Tabel 4.45.

Tabel 4.45 Total Struktur Biaya Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Tenaga Kerja	Biaya Listrik Mesin	Biaya Listrik Komputer dan Lampu	Total
Januari	9.837.412,71	4.366.020,52	111.988,40	14.315.421,63
Pebruari	9.837.412,71	3.950.209,04	101.322,84	13.888.944,59

Bulan	Biaya Tenaga Kerja	Biaya Listrik Mesin	Biaya Listrik Komputer dan Lampu	Total
Maret	9.837.412,71	4.573.926,26	117.321,18	14.528.660,15
April	9.837.412,71	3.742.303,30	95.990,06	13.675.706,07
Mei	9.837.412,71	4.158.114,78	106.655,62	14.102.183,11
Juni	9.837.412,71	3.326.491,82	85.324,50	13.249.229,03
Juli	9.837.412,71	4.366.020,52	111.988,40	14.315.421,63
Agustus	9.837.412,71	4.573.926,26	117.321,18	14.528.660,15
September	9.837.412,71	3.950.209,04	101.322,84	13.888.944,59
Oktober	9.837.412,71	4.573.926,26	117.321,18	14.528.660,15
Nopember	9.837.412,71	4.573.926,26	117.321,18	14.528.660,15
Desember	9.837.412,71	3.742.303,30	95.990,06	13.675.706,07

Lembur

Pada perhitungan biaya produksi tinta cair menggunakan opsi kapasitas produksi lembur, biaya perawatan mesin tidak dimasukkan karena kegiatan perawatan hanya ada pada jam kerja reguler. Selain itu biaya depresiasi juga tidak diperhitungkan karena hanya dibebankan pada jam kerja reguler.

Sedangkan perhitungan biaya tenaga kerja produksi cair menggunakan opsi kapasitas produksi lembur didasarkan pada jam lembur yang tersedia setiap bulan di tahun 2017 dikalikan dengan angka tertentu dan juga ditambahkan uang makan berdasarkan peraturan Kemenaker RI. Jumlah tenaga kerja yang diizinkan untuk lembur produksi cair adalah dua orang. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.45. Sedangkan biaya lembur untuk tenaga kerja produksi cair per bulan di tahun 2017 ditunjukkan pada Tabel 4.46.

Tabel 4.45 Biaya Tenaga Kerja Opsi Lembur Produksi Tinta Cair

Jenis Biaya	Jumlah Orang	Jumlah Hari (n)*	Multiplikasi $1,5+2(n-1)$	Faktor Pengali	Biaya	Total Biaya
Lembur Hari Kerja	2	20	3,5	1/173	3.296.212,50	2.667.455,20
Lembur Akhir Pekan dan Hari Libur non-Minggu	2	4	7,5	1/173	3.296.212,50	1.143.195,09
Uang Makan	2	24	1	1	20.000,00	960.000,00
Total Biaya Tenaga Kerja per Bulan						4.770.650,29

* Jumlah hari bervariasi setiap bulan sesuai Tabel 4.3,

Tabel 4.46 Biaya Tenaga Kerja Opsi Lembur Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Tenaga Kerja
Januari	4.618.224,28
Pebruari	4.597.277,53
Maret	4.791.597,04
April	4.423.904,77
Mei	4.770.650,29
Juni	4.077.159,25
Juli	4.618.224,28
Agustus	4.791.597,04
September	4.597.277,53

Bulan	Biaya Tenaga Kerja
Oktober	4.791.597,04
Nopember	4.791.597,04
Desember	4.423.904,77

Terdapat perbedaan biaya listrik mesin untuk produksi tinta cair menggunakan opsi kapasitas produksi lembur jika dibandingkan dengan reguler karena jumlah mesin yang digunakan dan lama penggunaan berbeda. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.47.

Tabel 4.47 Biaya Listrik Mesin Opsi Lembur Produksi Tinta Cair

Mesin	Daya (kW)	Jam Penggunaan*	Utilisasi	Faktor Daya	Biaya per kVA**	Biaya Total
M ₂₃₁	22,37	56	60%	1,11	1.364,86	1.138.718,42
M ₂₃₄	3,73	56	60%	1,11	1.364,86	189.871,24
Total Biaya Listrik Mesin per Bulan						1.328.589,66

* Jam penggunaan bervariasi setiap bulan tergantung pada jumlah jam lembur.

** Biaya per kVA golongan tarif B-2/TR berdasarkan Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (*Tariff Adjustment*) Bulan Juni 2016.

Biaya listrik mesin produksi tinta cair per bulan di tahun 2017 bervariasi berdasarkan jam kerja efektif setiap bulan. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.48.

Tabel 4.48 Biaya Listrik Mesin Opsi Lembur Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Listrik Mesin
Januari	1.281.140,03

Bulan	Biaya Listrik Mesin
Pebruari	1.281.140,03
Maret	1.328.589,66
April	1.233.690,40
Mei	1.328.589,66
Juni	1.138.791,14
Juli	1.281.140,03
Agustus	1.328.589,66
September	1.281.140,03
Oktober	1.328.589,66
Nopember	1.328.589,66
Desember	1.233.690,40

Terdapat perbedaan biaya listrik untuk komputer dan lampu untuk produksi tinta cair menggunakan opsi lembur jika dibandingkan dengan reguler karena lama penggunaannya berbeda. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.49.

Tabel 4.49 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi Lembur Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Perangkat	Daya (kW)	Jumlah	Faktor Daya	Jam Penggunaan*	Tarif per kVA**	Biaya per Bulan
Komputer	0,4	1	1,11	56	1.364,86	33.935,88
Lampu	0,01	4	1,11	56	1.364,86	3.393,59
Total Biaya Listrik per Bulan						37.329,47

* Jam penggunaan bervariasi setiap bulan tergantung pada jumlah jam lembur.

** Biaya per kVA golongan tarif B-2/TR berdasarkan Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (*Tariff Adjustment*) Bulan Juni 2016.

Biaya listrik komputer dan lampu di produksi cair per bulan di tahun 2017 bervariasi berdasarkan jam lembur. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.50.

Tabel 4.50 Biaya Listrik Komputer dan Lampu Opsi Lembur Produksi Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Listrik Mesin
Januari	35.996,27
Pebruari	35.996,27
Maret	37.329,47
April	34.663,08
Mei	37.329,47
Juni	31.996,69
Juli	35.996,27
Agustus	37.329,47
September	35.996,27
Oktober	37.329,47
Nopember	37.329,47
Desember	34.663,08

Biaya produksi tinta cair menggunakan opsi kapasitas produksi lembur dihitung berdasarkan struktur biaya penyusunnya setiap bulan. Hal ini ditampilkan pada Tabel 4.51.

Tabel 4.51 Struktur Biaya Opsi Lembur Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Biaya Tenaga Kerja	Biaya Listrik Mesin	Biaya Listrik Lampu dan Komputer	Total Biaya
Januari	4.618.224,28	1.281.140,03	35.996,27	11.305.105,09
Pebruari	4.597.277,53	1.281.140,03	35.996,27	11.874.809,14
Maret	4.791.597,04	1.328.589,66	37.329,47	11.660.512,25
April	4.423.904,77	1.233.690,40	34.663,08	12.799.920,34
Mei	4.770.650,29	1.328.589,66	37.329,47	12.230.216,29
Juni	4.077.159,25	1.138.791,14	31.996,69	13.369.624,38
Juli	4.618.224,28	1.281.140,03	35.996,27	11.305.105,09
Agustus	4.791.597,04	1.328.589,66	37.329,47	11.660.512,25
September	4.597.277,53	1.281.140,03	35.996,27	11.874.809,14
Oktober	4.791.597,04	1.328.589,66	37.329,47	11.660.512,25
Nopember	4.791.597,04	1.328.589,66	37.329,47	11.660.512,25
Desember	4.423.904,77	1.233.690,40	34.663,08	12.799.920,34

Sub kontrak *InHouse* GG Kediri

Pada perhitungan biaya produksi tinta cair menggunakan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Kediri, biaya perawatan mesin tidak dimasukkan karena tidak ada kegiatan perawatan. Biaya listrik sama sekali tidak diperhitungkan karena ditanggung oleh pelanggan. Biaya depresiasi ikut dimasukkan karena termasuk aset. Biaya transportasi untuk pengiriman barang mentah atau barang setengah jadi dan pengambilan barang jadi ikut dimasukkan ke dalam perhitungan.

Perhitungan biaya tenaga kerja tinta cair menggunakan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Kediri hampir sama dengan reguler. Perbedaan

hanya terdapat pada jumlah tenaga kerja yang tersedia yaitu sebanyak lima orang. Data ini ditunjukkan pada Tabel 4.52.

Tabel 4.52 Biaya Tenaga Kerja Opsi Sub Kontrak *InHouse* GG Kediri

Unsur Penyusun	Jumlah Tenaga Kerja	Faktor Pengali	Biaya Satuan	Biaya Total
Gaji	5	12	3.296.212,50	197.772.750,00
THR	5	1	3.296.212,50	16.481.062,50
Bonus	5	2,6	3.296.212,50	42.850.762,50
Rekreasi	5	1	2.000.000,00	10.000.000,00
Kesehatan	5	1,7	3.296.212,50	28.017.806,25
Total Biaya Tenaga Kerja per Tahun				295.122.381,25
Total Biaya Tenaga Kerja per Bulan				24.593.531,77

Biaya depresiasi mesin dihitung dari data harga, tahun pembelian, dan masa manfaat mesin produksi tinta cair berdasarkan data internal PT SWS. Data tersebut ditampilkan pada Tabel 4.53.

Tabel 4.53 Biaya Depresiasi Opsi Sub Kontrak *InHouse* GG Kediri

Unsur Penyusun	Harga	Tahun Pembelian	Masa Manfaat	Biaya Total
Mesin M ₂₄₁	945.000.000,00	2012	10	94.500.000,00
Mesin M ₂₄₂	945.000.000,00	2014	10	94.500.000,00
Komputer	7.000.000,00	2016	5	1.400.000,00
Printer	20.000.000,00	2014	5	4.000.000,00
Total Biaya Depresiasi per Tahun				194.400.000,00
Total Biaya Depresiasi per Bulan				16.200.000,00

Biaya transportasi didasarkan pada data internal PT SWS menggunakan truk box CDD kapasitas 2 Ton. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.54.

Tabel 4.54 Biaya Transportasi Opsi Sub Kontrak *InHouse* GG Kediri

Unsur Penyusun	Biaya Kirim Bahan Baku	Biaya Kirim Barang Jadi	Biaya Total
Biaya Transportasi	913.720,00	913.720,00	1.827.440,00

Biaya produksi tinta cair menggunakan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Kediri dihitung berdasarkan struktur biaya penyusunnya setiap bulan. Hal ini ditampilkan pada Tabel 4.55.

Tabel 4.55 Struktur Biaya Opsi Sub Kontrak *InHouse* GG Kediri Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Biaya Tenaga Kerja	Biaya Depresiasi	Biaya Transportasi	Biaya Total
24.593.531,77	16.200.000,00	1.827.440,00	42.620.971,77

Sub Kontrak *InHouse* GG Waru

Pada perhitungan biaya produksi tinta cair menggunakan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Waru, biaya perawatan mesin tidak dimasukkan karena tidak ada kegiatan perawatan. Biaya listrik sama sekali tidak diperhitungkan karena ditanggung oleh pelanggan. Biaya depresiasi ikut dimasukkan karena termasuk aset. Biaya transportasi untuk pengiriman barang mentah atau barang setengah jadi dan pengambilan barang jadi ikut dimasukkan ke dalam perhitungan.

Perhitungan biaya tenaga kerja tinta cair menggunakan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Waru hampir sama dengan reguler. Perbedaan hanya terdapat pada jumlah tenaga kerja yang tersedia yaitu sebanyak satu orang. Data ini ditunjukkan pada Tabel 4.56.

Tabel 4.56 Biaya Tenaga Kerja Opsi Sub Kontrak *InHouse* GG Waru Produksi Tinta Cair

Unsur Penyusun	Jumlah Tenaga Kerja	Faktor Pengali	Biaya Satuan	Biaya Total
Gaji	1	12	3.296.212,50	39.554.550,00
THR	1	1	3.296.212,50	3.296.212,50
Bonus	1	2,6	3.296.212,50	8.570.152,50
Rekreasi	1	1	2.000.000,00	2.000.000,00
Kesehatan	1	1,7	3.296.212,50	5.603.561,25
Total Biaya Tenaga Kerja per Tahun				59.024.476,25
Total Biaya Tenaga Kerja per Bulan				4.918.706,35

Biaya depresiasi mesin dihitung dari data harga, tahun pembelian, dan masa manfaat mesin produksi tinta cair berdasarkan data internal PT SWS. Data tersebut ditampilkan pada Tabel 4.57.

Tabel 4.57 Biaya Depresiasi Opsi Sub Kontrak *InHouse* GG Waru Produksi Tinta Cair

Unsur Penyusun	Harga	Tahun Pembelian	Masa Manfaat	Biaya Total
Mesin M ₂₅₁	7.020.000,00	2010	10	702.000,00
Komputer	7.000.000,00	2016	5	1.400.000,00
Printer	20.000.000,00	2014	5	4.000.000,00
Total Biaya Depresiasi per Tahun				6.102.000,00
Total Biaya Depresiasi per Bulan				508.500,00

Biaya transportasi didasarkan pada data internal PT SWS menggunakan truk box CDD kapasitas 2 Ton. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.58.

Tabel 4.58 Biaya Transportasi Opsi Sub Kontrak *InHouse* GG Waru Produksi Tinta Cair

Unsur Penyusun	Biaya Kirim Bahan Baku	Biaya Kirim Barang Jadi	Biaya Total
Biaya Transportasi	376.320,00	376.320,00	752.640,00

Biaya produksi tinta cair menggunakan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Waru dihitung berdasarkan struktur biaya penyusunnya setiap bulan. Hal ini ditampilkan pada Tabel 4.59.

Tabel 4.59 Struktur Biaya Opsi Sub Kontrak *InHouse* GG Waru Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Biaya Tenaga Kerja	Biaya Depresiasi	Biaya Transportasi	Biaya Total
4.918.706,35	508.500,00	752.640,00	6.179.846,35

4.2.2 Penentuan volume optimal yang mampu dihasilkan

Volume optimal yang mampu dihasilkan dihitung berdasarkan penjumlahan dari seluruh kapasitas mesin per hari. Sedangkan kapasitas mesin per hari diperoleh dari kapasitas mesin dikalikan frekuensi penggunaan dalam satu hari.

4.2.2.1 Volume optimal produksi tinta pasta (V_1)

Volume optimal dari masing masing opsi kapasitas produksi untuk tinta pasta dihitung berdasarkan penjumlahan dari total kapasitas setiap mesin yang dapat dihasilkan.

Reguler

Terdapat lima buah mesin produksi pasta dengan berbagai kapasitas dan jumlah frekuensi yang dapat dilakukan dalam satu hari. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.60.

Tabel 4.60 Volume Optimal Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta

Mesin	Kapasitas (KG)	Frekuensi dalam 1 Hari	Total (KG)
M ₁₁₁	250	1	250
M ₁₁₂	50	2	100
M ₁₁₃	50	2	100
M ₁₁₄	40	3	120
M ₁₁₅	7	5	35
Total Volume Optimal per Hari			605

Volume optimal opsi reguler produksi tinta pasta per bulan bervariasi karena jumlah hari setiap bulan berbeda. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.61.

Tabel 4.61 Volume Optimal Opsi Reguler Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Volume Optimal (kg)
Januari	12.705
Pebruari	11.495
Maret	13.310
April	10.890
Mei	12.100
Juni	9.680
Juli	12.705
Agustus	13.310
September	11.495
Oktober	13.310
Nopember	13.310
Desember	10.890

Shift Kedua

Tidak ada perbedaan volume optimal opsi *shift* kedua dengan reguler untuk produksi tinta pasta karena memang jumlah mesin dan tenaga kerja yang digunakan sama. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.62.

Tabel 4.62 Volume Optimal Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Pasta

Mesin	Kapasitas (KG)	Frekuensi dalam 1 Hari	Total (kg)
M ₁₂₁	250	1	250
M ₁₂₂	50	2	100
M ₁₂₃	50	2	100

Mesin	Kapasitas (KG)	Frekuensi dalam 1 Hari	Total (kg)
M ₁₂₄	40	3	120
M ₁₂₅	7	5	35
Total Volume Optimal per Hari			605

Volume optimal opsi *shift* kedua produksi tinta pasta per bulan bervariasi karena jumlah hari setiap bulan berbeda. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.63.

Tabel 4.63 Volume Optimal Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Volume Optimal (kg)
Januari	12.705
Pebruari	11.495
Maret	13.310
April	10.890
Mei	12.100
Juni	9.680
Juli	12.705
Agustus	13.310
September	11.495
Oktober	13.310
Nopember	13.310
Desember	10.890

Lembur

Perbedaan jenis, jumlah, dan frekuensi penggunaan mesin menyebabkan volume optimal opsi kapasitas produksi lembur untuk tinta pasta tidak bisa sebanyak reguler. Data detail ditunjukkan pada Tabel 4.64.

Tabel 4.64 Volume Optimal Opsi Lembur Produksi Tinta Pasta

Mesin	Kapasitas (KG)	Frekuensi saat Lembur	Total (kg)
M ₁₃₁	50	1	50
M ₁₃₂	50	1	50
Total Volume Optimal dalam 2 Jam			100

Volume optimal opsi kapasitas produksi lembur untuk tinta pasta per bulan di tahun 2017 bervariasi bergantung pada jumlah jam lembur yang tersedia setiap bulan. Data detail ditunjukkan pada Tabel 4.65.

Tabel 4.65 Volume Optimal Opsi Lembur Produksi Tinta Pasta per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Volume Optimal (kg)
Januari	2.700
Pebruari	2.700
Maret	2.800
April	2.600
Mei	2.800
Juni	2.400
Juli	2.700
Agustus	2.800
September	2.700

Bulan	Volume Optimal (kg)
Oktober	2.800
Nopember	2.800
Desember	2.600

Sub Kontrak *InHouse* MCMO

Terdapat tiga buah mesin yang tersedia untuk tinta pasta opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* MCMO dengan kapasitas dan frekuensinya masing-masing. Volume optimal dihitung dari penjumlahan hasil perkalian kapasitas dan frekuensi. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.66.

Tabel 4.66 Volume Optimal Opsi Sub Kontrak *InHouse* MCMO Produksi Tinta Pasta

Mesin	Kapasitas (KG)	Frekuensi dalam 1 Hari	Total (KG)
M ₁₄₁	50	2	100
M ₁₄₂	20	3	60
M ₁₄₃	7	4	28
Total Volume Optimal per Hari			188

Volume optimal opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* MCMO untuk tinta pasta per bulan di tahun 2017 bervariasi bergantung pada jumlah hari kerja efektif yang tersedia setiap bulan. Data detil ditunjukkan pada Tabel 4.67.

Tabel 4.67 Volume Optimal Opsi Sub Kontrak *InHouse* MCMO Produksi Tinta Pasta

Bulan	Volume Optimal (kg)
Januari	3.948

Bulan	Volume Optimal (kg)
Pebruari	3.572
Maret	4.136
April	3.384
Mei	3.760
Juni	3.008
Juli	3.948
Agustus	4.136
September	3.572
Oktober	4.136
Nopember	4.136
Desember	3.384

Sub Kontrak *InHouse* LAMIPAK

Hanya terdapat satu buah mesin yang tersedia untuk tinta pasta opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* LAMIPAK. Volume optimal dihitung dari hasil perkalian kapasitas dan frekuensi. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.68.

Tabel 4.68 Volume Optimal Opsi Sub Kontrak *InHouse* LAMIPAK Produksi Tinta Pasta

Mesin	Kapasitas (KG)	Frekuensi dalam 1 Hari	Total (KG)
M ₁₅₁	7	5	35
Total Volume Optimal per Hari			35

Volume optimal opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* LAMIPAK untuk tinta pasta per bulan di tahun 2017 bervariasi bergantung pada jumlah hari kerja efektif yang tersedia setiap bulan. Data detail ditunjukkan pada Tabel 4.69.

Tabel 4.69 Volume Optimal Opsi Sub Kontrak *InHouse* LAMIPAK Produksi Tinta Pasta

Bulan	Volume Optimal (kg)
Januari	735
Pebruari	665
Maret	770
April	630
Mei	700
Juni	560
Juli	735
Agustus	770
September	665
Oktober	770
Nopember	770
Desember	630

4.2.2.2 Volume optimal produksi tinta cair (V_2)

Volume optimal dari masing masing opsi kapasitas produksi untuk tinta cair dihitung berdasarkan penjumlahan dari total kapasitas setiap mesin yang dapat dihasilkan.

Reguler

Terdapat empat buah mesin produksi cair dengan berbagai kapasitas dan jumlah frekuensi yang dapat dilakukan dalam satu hari. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.70.

Tabel 4.70 Volume Optimal Opsi Reguler Produksi Tinta Cair

Mesin	Kapasitas (kg)	Frekuensi dalam 1 Hari	Total (kg)
M ₂₁₁	1200	1	1.200
M ₂₁₂	900	1	900
M ₂₁₃	500	1	500
M ₂₁₄	100	4	400
Total Volume Optimal per Hari			3.000

Volume optimal opsi reguler produksi tinta cair per bulan bervariasi karena jumlah hari setiap bulan berbeda. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.71.

Tabel 4.71 Volume Optimal Opsi Reguler Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Volume Optimal (kg)
Januari	63.000
Pebruari	57.000
Maret	66.000
April	54.000
Mei	60.000
Juni	48.000
Juli	63.000
Agustus	66.000
September	57.000
Oktober	66.000
Nopember	66.000

Bulan	Volume Optimal (kg)
Desember	54.000

Shift Kedua

Tidak ada perbedaan volume optimal opsi *shift* kedua dengan reguler untuk produksi tinta cair karena memang jumlah mesin dan tenaga kerja yang digunakan sama. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.72.

Tabel 4.72 Volume Optimal Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Cair

Mesin	Kapasitas (kg)	Frekuensi dalam 1 Hari	Total (kg)
M ₂₃₁	1200	1	1.200
M ₂₃₂	900	1	900
M ₂₃₃	500	1	500
M ₂₃₄	100	4	400
Total Volume Optimal per Hari			3.000

Volume optimal opsi *shift* kedua produksi tinta cair per bulan bervariasi karena jumlah hari setiap bulan berbeda. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.73.

Tabel 4.73 Volume Optimal Opsi *Shift* Kedua Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Volume Optimal (kg)
Januari	63.000
Pebruari	57.000
Maret	66.000
April	54.000
Mei	60.000

Bulan	Volume Optimal (kg)
Juni	48.000
Juli	63.000
Agustus	66.000
September	57.000
Oktober	66.000
Nopember	66.000
Desember	54.000

Lembur

Perbedaan jenis, jumlah, dan frekuensi penggunaan mesin menyebabkan volume optimal opsi kapasitas produksi lembur untuk tinta cair tidak bisa sebanyak reguler. Data detail ditunjukkan pada Tabel 4.74.

Tabel 4.74 Volume Optimal Opsi Lembur Produksi Tinta Cair

Mesin	Kapasitas (KG)	Frekuensi saat Lembur	Total (kg)
M ₂₄₄	100	2	200
Volume dalam 2 Jam			200

Volume optimal opsi kapasitas produksi lembur untuk tinta cair per bulan di tahun 2017 bervariasi bergantung pada jumlah jam lembur yang tersedia setiap bulan. Data detail ditunjukkan pada Tabel 4.75.

Tabel 4.75 Volume Optimal Opsi Lembur Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Volume Optimal (kg)
Januari	5.400

Bulan	Volume Optimal (kg)
Pebruari	5.400
Maret	5.600
April	5.200
Mei	5.600
Juni	4.800
Juli	5.400
Agustus	5.600
September	5.400
Oktober	5.600
Nopember	5.600
Desember	5.200

Sub Kontrak *InHouse* GG Kediri

Terdapat dua buah mesin yang tersedia untuk cair pasta opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Kediri dengan kapasitas dan frekuensinya masing-masing. Volume optimal dihitung dari penjumlahan hasil perkalian kapasitas dan frekuensi. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.76.

Tabel 4.76 Volume Optimal Opsi Sub Kontrak *InHouse* GG Kediri Produksi Tinta Cair

Mesin	Kapasitas (KG)	Frekuensi dalam 1 Hari	Total (kg)
M ₂₄₁	900	1	900
M ₂₄₂	900	1	900
Total Volume Optimal			1.800

Volume optimal opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Kediri untuk tinta cair per bulan di tahun 2017 bervariasi bergantung pada jumlah hari kerja efektif yang tersedia setiap bulan. Data detail ditunjukkan pada Tabel 4.77.

Tabel 4.77 Volume Optimal Opsi Sub Kontrak *InHouse* GG Kediri Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Volume Optimal (kg)
Januari	37.800
Pebruari	34.200
Maret	39.600
April	32.400
Mei	36.000
Juni	28.800
Juli	37.800
Agustus	39.600
September	34.200
Oktober	39.600
Nopember	39.600
Desember	32.400

Sub Kontrak *InHouse* GG Waru

Hanya terdapat satu buah mesin yang tersedia untuk tinta cair opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* LAMIPAK. Volume optimal dihitung dari hasil perkalian kapasitas dan frekuensi. Data ini ditampilkan pada Tabel 4.78.

Tabel 4.78 Volume Optimal Opsi Sub Kontrak *InHouse* GG Waru Produksi Tinta Cair

Mesin	Kapasitas (KG)	Frekuensi dalam 1 Hari	Total (KG)
M ₂₅₁	100	3	300
Total Volume Optimal			300

Volume optimal opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Waru untuk tinta cair per bulan di tahun 2017 bervariasi bergantung pada jumlah hari kerja efektif yang tersedia setiap bulan. Data detail ditunjukkan pada Tabel 4.79.

Tabel 4.79 Volume Optimal Opsi Sub Kontrak *InHouse* GG Waru Produksi Tinta Cair per Bulan di Tahun 2017

Bulan	Volume Optimal (kg)
Januari	6.300
Pebruari	5.700
Maret	6.600
April	5.400
Mei	6.000
Juni	4.800
Juli	6.300
Agustus	6.600
September	5.700
Oktober	6.600
Nopember	6.600
Desember	5.400

4.2.3 Penentuan biaya produksi per kilogram

Biaya produksi tinta pasta maupun cair per kilogram ditentukan dengan biaya produksi tinta dibagi dengan volume optimal yang dapat dihasilkan.

4.2.3.1 Penentuan biaya produksi tinta pasta per kilogram (B_1)

Biaya produksi tinta pasta dengan berbagai macam opsi kapasitas produksi dirangkum pada Tabel 4.80.

Tabel 4.80 Biaya Produksi Tinta Pasta (C_1)

Bulan	Reguler	Shift Kedua	Lembur	Sub Kontrak <i>InHouse</i> MCMO	Sub Kontrak <i>InHouse</i> LAMIPAK
Januari	20.575.874,14	16.023.624,14	4.800.169,07	12.413.552,71	6.179.846,35
Pebruari	20.455.159,37	15.902.909,37	4.779.222,32	12.413.552,71	6.179.846,35
Maret	20.636.231,53	16.083.981,53	4.980.280,53	12.413.552,71	6.179.846,35
April	20.394.801,99	15.842.551,99	4.599.110,86	12.413.552,71	6.179.846,35
Mei	20.515.516,76	15.963.266,76	4.959.333,78	12.413.552,71	6.179.846,35
Juni	20.274.087,22	15.721.837,22	4.238.887,95	12.413.552,71	6.179.846,35
Juli	20.575.874,14	16.023.624,14	4.800.169,07	12.413.552,71	6.179.846,35

Bulan	Reguler	Shift Kedua	Lembur	Sub Kontrak InHouse MCMO	Sub Kontrak InHouse LAMIPAK
Agustus	20.636.231,53	16.083.981,53	4.980.280,53	12.413.552,71	6.179.846,35
September	20.455.159,37	15.902.909,37	4.779.222,32	12.413.552,71	6.179.846,35
Oktober	20.636.231,53	16.083.981,53	4.980.280,53	12.413.552,71	6.179.846,35
Nopember	20.636.231,53	16.083.981,53	4.980.280,53	12.413.552,71	6.179.846,35
Desember	20.394.801,99	15.842.551,99	4.599.110,86	12.413.552,71	6.179.846,35

Volume optimal produksi tinta pasta dengan berbagai macam opsi kapasitas produksi dirangkum pada Tabel 4.81.

Tabel 4.81 Volume Optimal Produksi Tinta Pasta (V_1)

Bulan	Reguler	Shift Kedua	Lembur	Sub Kontrak InHouse MCMO	Sub Kontrak InHouse LAMIPAK
Januari	12.705,00	12.705,00	2.700,00	3.948,00	735,00
Pebruari	11.495,00	11.495,00	2.700,00	3.572,00	665,00
Maret	13.310,00	13.310,00	2.800,00	4.136,00	770,00

Bulan	Reguler	<i>Shift Kedua</i>	Lembur	Sub Kontrak <i>InHouse</i> MCMO	Sub Kontrak <i>InHouse</i> LAMIPAK
April	10.890,00	10.890,00	2.600,00	3.384,00	630,00
Mei	12.100,00	12.100,00	2.800,00	3.760,00	700,00
Juni	9.680,00	9.680,00	2.400,00	3.008,00	560,00
Juli	12.705,00	12.705,00	2.700,00	3.948,00	735,00
Agustus	13.310,00	13.310,00	2.800,00	4.136,00	770,00
September	11.495,00	11.495,00	2.700,00	3.572,00	665,00
Oktober	13.310,00	13.310,00	2.800,00	4.136,00	770,00
Nopember	13.310,00	13.310,00	2.800,00	4.136,00	770,00
Desember	10.890,00	10.890,00	2.600,00	3.384,00	630,00

Biaya produksi tinta pasta per kilogram dengan berbagai macam opsi kapasitas produksi dirangkum pada Tabel 4.82.

Tabel 4.82 Biaya Produksi Tinta Pasta per kilogram (B₁)

Bulan	Reguler	Shift Kedua	Lembur	Sub Kontrak <i>InHouse</i> MCMO	Sub Kontrak <i>InHouse</i> LAMIPAK
Januari	1.619,51	1.261,21	1.777,84	3.144,26	8.407,95
Pebruari	1.779,48	1.383,46	1.770,08	3.475,24	9.293,00
Maret	1.550,43	1.208,41	1.778,67	3.001,34	8.025,77
April	1.872,80	1.454,78	1.768,89	3.668,31	9.809,28
Mei	1.695,50	1.319,28	1.771,19	3.301,48	8.828,35
Juni	2.094,43	1.624,16	1.766,20	4.126,85	11.035,44
Juli	1.619,51	1.261,21	1.777,84	3.144,26	8.407,95
Agustus	1.550,43	1.208,41	1.778,67	3.001,34	8.025,77
September	1.779,48	1.383,46	1.770,08	3.475,24	9.293,00
Oktober	1.550,43	1.208,41	1.778,67	3.001,34	8.025,77

Bulan	Reguler	Shift Kedua	Lembur	Sub Kontrak <i>InHouse</i> MCMO	Sub Kontrak <i>InHouse</i> LAMIPAK
Nopember	1.550,43	1.208,41	1.778,67	3.001,34	8.025,77
Desember	1.872,80	1.454,78	1.768,89	3.668,31	9.809,28
RATA-RATA	1.711,27	1.331,33	1.773,81	3.334,11	8.915,61

4.2.3.2 Penentuan biaya produksi tinta cair per kilogram (B₂)

Biaya produksi tinta cair dengan berbagai macam opsi kapasitas produksi dirangkum pada Tabel 4.83.

Tabel 4.83 Biaya Produksi Tinta Cair (C₂)

Bulan	Reguler	Shift Kedua	Lembur	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru
Januari	38.441.754,41	14.315.421,63	11.305.105,09	42.620.971,77	6.179.846,35
Pebruari	38.025.942,93	13.888.944,59	11.874.809,14	42.620.971,77	6.179.846,35
Maret	38.649.660,15	14.528.660,15	11.660.512,25	42.620.971,77	6.179.846,35
April	37.818.037,19	13.675.706,07	12.799.920,34	42.620.971,77	6.179.846,35

Bulan	Reguler	Shift Kedua	Lembur	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru
Mei	38.233.848,67	14.102.183,11	12.230.216,29	42.620.971,77	6.179.846,35
Juni	37.402.225,71	13.249.229,03	13.369.624,38	42.620.971,77	6.179.846,35
Juli	38.441.754,41	14.315.421,63	11.305.105,09	42.620.971,77	6.179.846,35
Agustus	38.649.660,15	14.528.660,15	11.660.512,25	42.620.971,77	6.179.846,35
September	38.025.942,93	13.888.944,59	11.874.809,14	42.620.971,77	6.179.846,35
Oktober	38.649.660,15	14.528.660,15	11.660.512,25	42.620.971,77	6.179.846,35
Nopember	38.649.660,15	14.528.660,15	11.660.512,25	42.620.971,77	6.179.846,35
Desember	37.818.037,19	13.675.706,07	12.799.920,34	42.620.971,77	6.179.846,35

Volume optimal produksi tinta cair dengan berbagai macam opsi kapasitas produksi dirangkum pada Tabel 4.84.

Tabel 4.84 Volume Optimal Produksi Tinta Cair (V_2)

Bulan	Reguler	Shift Kedua	Lembur	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru
Januari	63.000,00	63.000,00	5.400,00	37.800,00	6.300,00
Pebruari	57.000,00	57.000,00	5.400,00	34.200,00	5.700,00
Maret	66.000,00	66.000,00	5.600,00	39.600,00	6.600,00
April	54.000,00	54.000,00	5.200,00	32.400,00	5.400,00
Mei	60.000,00	60.000,00	5.600,00	36.000,00	6.000,00
Juni	48.000,00	48.000,00	4.800,00	28.800,00	4.800,00
Juli	63.000,00	63.000,00	5.400,00	37.800,00	6.300,00
Agustus	66.000,00	66.000,00	5.600,00	39.600,00	6.600,00
September	57.000,00	57.000,00	5.400,00	34.200,00	5.700,00
Oktober	66.000,00	66.000,00	5.600,00	39.600,00	6.600,00
Nopember	66.000,00	66.000,00	5.600,00	39.600,00	6.600,00
Desember	54.000,00	54.000,00	5.200,00	32.400,00	5.400,00

Biaya produksi tinta cair per kilogram dengan berbagai macam opsi kapasitas produksi dirangkum pada Tabel 4.82.

Tabel 4.85 Biaya Produksi Tinta Cair per kilogram (B₂)

Bulan	Reguler	Shift Kedua	Lembur	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru
Januari	610,19	227,23	2.093,54	1.127,54	980,93
Pebruari	667,12	243,67	2.199,04	1.246,23	1.084,18
Maret	585,60	220,13	2.082,23	1.076,29	936,34
April	700,33	253,25	2.461,52	1.315,46	1.144,42
Mei	637,23	235,04	2.183,97	1.183,92	1.029,97
Juni	779,21	276,03	2.785,34	1.479,89	1.287,47
Juli	610,19	227,23	2.093,54	1.127,54	980,93
Agustus	585,60	220,13	2.082,23	1.076,29	936,34
September	667,12	243,67	2.199,04	1.246,23	1.084,18
Oktober	585,60	220,13	2.082,23	1.076,29	936,34

Bulan	Reguler	<i>Shift</i> Kedua	Lembur	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru
Nopember	585,60	220,13	2.082,23	1.076,29	936,34
Desember	700,33	253,25	2.461,52	1.315,46	1.144,42
RATA-RATA	642,84	236,66	2.233,87	1.195,62	1.040,15

4.3 Optimasi Permodelan

Optimasi permodelan dilakukan untuk menentukan komposisi terbaik dari opsi kapasitas produksi dengan biaya yang paling minimum. Komposisi opsi kapasitas produksi ini diklasifikasikan menjadi dua skenario, yaitu:

1. Skenario 1 → Reguler, *Shift* Kedua, Sub Kontrak.
2. Skenario 2 → Reguler, Lembur, Sub Kontrak.

4.3.1 Optimasi Permodelan Opsi Produksi Tinta Pasta

Pada optimasi permodelan opsi produksi tinta pasta digunakan beberapa variabel, antara lain:

X_{11} = jumlah produksi optimal tinta pasta dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi reguler

X_{12} = jumlah produksi optimal tinta pasta dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi *shift* kedua

X_{13} = jumlah produksi optimal tinta pasta dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi lembur

X_{14} = jumlah produksi optimal tinta pasta dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* MCMO

X_{15} = jumlah produksi optimal tinta pasta dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* LAMIPAK

B_{11} = biaya produksi per kilogram tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi reguler

B_{12} = biaya produksi per kilogram tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi *shift* kedua

B_{13} = biaya produksi per kilogram tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi lembur

B_{14} = biaya produksi per kilogram tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* MCMO

B_{15} = biaya produksi per kilogram tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* LAMIPAK

V_{11} = jumlah volume optimal yang dapat dihasilkan tinta pasta dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi reguler

V_{12} = jumlah volume optimal yang dapat dihasilkan tinta pasta dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi *shift* kedua

V_{13} = jumlah volume optimal yang dapat dihasilkan tinta pasta dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi lembur

V_{14} = jumlah volume optimal yang dapat dihasilkan tinta pasta dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* MCMO

V_{15} = jumlah volume optimal yang dapat dihasilkan tinta pasta dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* LAMIPAK

D_{1k} = jumlah volume permintaan tinta pasta di tahun 2017 hasil peramalan pada bulan k , $k = 1, 2, 3, \dots, 12$

SKENARIO 1

Reguler – *Shift* Kedua – Sub Kontrak *InHouse* MCMO – Sub Kontrak *InHouse* LAMIPAK

Fungsi Tujuan:

Minimalisasi Biaya Produksi

$$\text{Min } Z = B_{11} \cdot X_{11} + B_{12} \cdot X_{12} + B_{14} \cdot X_{14} + B_{15} \cdot X_{15}$$

Fungsi Kendala:

Jumlah Produksi Tinta harus dapat memenuhi Permintaan Penjualan di Tahun 2017 hasil peramalan

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq D_{1k}$$

Memaksimalkan Opsi Reguler Produksi

$$X_{1k} = V_{1k}$$

Jumlah Produksi Tinta harus kurang dari atau sama dengan Volume Optimal yang Dapat Diproduksi

$$X_{12} \leq V_{12}$$

$$X_{14} \leq V_{14}$$

$$X_{15} \leq V_{15}$$

Bulan Januari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.619,51X_{11} + 1.261,21X_{12} + 3.144,26X_{14} + 8.407,95X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.147,00$$

$$X_{11} = 12.705$$

$$X_{12} \leq 12.705$$

$$X_{14} \leq 3.948$$

$$X_{15} \leq 735$$

Bulan Pebruari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.779,48X_{11} + 1.383,46X_{12} + 3.475,24X_{14} + 9.293,00X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.154,90$$

$$X_{11} = 11.495$$

$$X_{12} \leq 11.495$$

$$X_{14} \leq 3.572$$

$$X_{15} \leq 665$$

Bulan Maret 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.208,41X_{12} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.162,80$$

$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{12} \leq 13.310$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Bulan April 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.872,80X_{11} + 1.454,78X_{12} + 3.668,31X_{14} + 9.809,28X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.170,70$$

$$X_{11} = 10.890$$

$$X_{12} \leq 10.890$$

$$X_{14} \leq 3.384$$

$$X_{15} \leq 630$$

Bulan Mei 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.319,28X_{11} + 1.319,28X_{12} + 3.301,48X_{14} + 8.828,35X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.178,60$$

$$X_{11} = 12.100$$

$$X_{12} \leq 12.100$$

$$X_{14} \leq 3.760$$

$$X_{15} \leq 700$$

Bulan Juni 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 2.094,43X_{11} + 1.624,16X_{12} + 4.126,85X_{14} + 11.035,44X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.186,50$$

$$X_{11} = 9.680$$

$$X_{12} \leq 9.980$$

$$X_{14} \leq 3.008$$

$$X_{15} \leq 560$$

Bulan Juli 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.619,51X_{11} + 1.261,21X_{12} + 3.144,26X_{14} + 8.407,95X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.194,40$$

$$X_{11} = 12.705$$

$$X_{12} \leq 12.705$$

$$X_{14} \leq 3.948$$

$$X_{15} \leq 735$$

Bulan Agustus 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.208,41X_{12} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.202,30$$

$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{12} \leq 13.310$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Bulan September 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.779,48X_{11} + 1.383,46X_{12} + 3.475,24X_{14} + 9.293,00X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.210,20$$

$$X_{11} = 11.495$$

$$X_{12} \leq 11.495$$

$$X_{14} \leq 3.572$$

$$X_{15} \leq 665$$

Bulan Oktober 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.208,41X_{12} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.218,10$$

$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{12} \leq 13.310$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Bulan Nopember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.208,41X_{12} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.226,00$$

$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{12} \leq 13.310$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Bulan Desember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.872,80X_{11} + 1.454,78X_{12} + 3.668,31X_{14} + 9.809,28X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.234,00$$

$$X_{11} = 10.890$$

$$X_{12} \leq 10.890$$

$$X_{14} \leq 3.384$$

$$X_{15} \leq 630$$

Data hasil optimasi skenario 1 produksi tinta pasta menggunakan perangkat lunak statistik LINGO 11 ditunjukkan pada Tabel 4.85. Hasil data detail perhitungan ini terdapat pada LAMPIRAN B.

Tabel 4.86 Data Hasil Optimasi Skenario 1 Produksi Tinta Pasta

Bulan	Reguler (kg)	Shift Kedua (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> MCMO (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> LAMIPAK (kg)	Biaya (Rp)
Januari	12.705,00	2.442,00	-	-	23.655.739,56
Pebruari	11.495,00	3.659,90	-	-	25.518.496,31
Maret	13.310,00	1.852,80	-	-	22.875.179,76
April	10.890,00	4.280,70	-	-	26.622.277,87
Mei	12.100,00	3.078,60	-	-	24.577.046,76
Juni	9.680,00	5.506,50	-	-	29.217.506,30
Juli	12.705,00	2.489,40	-	-	23.715.520,74
Agustus	13.310,00	1.892,30	-	-	22.922.912,09
September	11.495,00	3.715,20	-	-	25.595.001,82
Oktober	13.310,00	1.908,10	-	-	22.942.005,02
Nopember	13.310,00	1.916,00	-	-	22.951.551,49
Desember	10.890,00	4.344,00	-	-	26.714.365,43

SKENARIO 2

Reguler – Lembur – Sub Kontrak *InHouse* MCMO – Sub Kontrak *InHouse* LAMIPAK

Fungsi Tujuan:

Minimalisasi Biaya Produksi

$$\text{Min } Z = B_{11} \cdot X_{11} + B_{13} \cdot X_{13} + B_{14} \cdot X_{14} + B_{15} \cdot X_{15}$$

Fungsi Kendala:

Jumlah Produksi Tinta harus dapat memenuhi Permintaan Penjualan di Tahun 2017 hasil peramalan

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq D_{1k}$$

Memaksimalkan Opsi Reguler Produksi

$$X_{1k} = V_{1k}$$

Jumlah Produksi Tinta harus kurang dari atau sama dengan Volume Optimal yang Dapat Diproduksi

$$X_{13} \leq V_{12}$$

$$X_{14} \leq V_{14}$$

$$X_{15} \leq V_{15}$$

Bulan Januari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.619,51X_{11} + 1.777,84X_{13} + 3.144,26X_{14} + 8.407,95X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.147,00$$

$$X_{11} = 12.705$$

$$X_{13} \leq 2.700$$

$$X_{14} \leq 3.948$$

$$X_{15} \leq 735$$

Bulan Pebruari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.779,48X_{11} + 1.770,08X_{13} + 3.475,24X_{14} + 9.293,00X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.154,90$$

$$X_{11} = 11.495$$

$$X_{13} \leq 2.700$$

$$X_{14} \leq 3.572$$

$$X_{15} \leq 665$$

Bulan Maret 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.778,67X_{13} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.162,80$$

$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{13} \leq 2.800$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Bulan April 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.872,80X_{11} + 1.768,89X_{13} + 3.668,31X_{14} + 9.809,28X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.170,70$$

$$X_{11} = 10.890$$

$$X_{13} \leq 2.600$$

$$X_{14} \leq 3.384$$

$$X_{15} \leq 630$$

Bulan Mei 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.319,28X_{11} + 1.771,19X_{13} + 3.301,48X_{14} + 8.828,35X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.178,60$$

$$X_{11} = 12.100$$

$$X_{13} \leq 2.800$$

$$X_{14} \leq 3.760$$

$$X_{15} \leq 700$$

Bulan Juni 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 2.094,43X_{11} + 1.766,20X_{13} + 4.126,85X_{14} + 11.035,44X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.186,50$$

$$X_{11} = 9.680$$

$$X_{13} \leq 2.400$$

$$X_{14} \leq 3.008$$

$$X_{15} \leq 560$$

Bulan Juli 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.619,51X_{11} + 1.777,84X_{13} + 3.144,26X_{14} + 8.407,95X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.194,40$$

$$X_{11} = 12.705$$

$$X_{13} \leq 2.700$$

$$X_{14} \leq 3.948$$

$$X_{15} \leq 735$$

Bulan Agustus 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.778,67X_{13} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.202,30$$

$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{13} \leq 2.800$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Bulan September 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.779,48X_{11} + 1.770,08X_{13} + 3.475,24X_{14} + 9.293,00X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.210,20$$

$$X_{11} = 11.495$$

$$X_{13} \leq 2.700$$

$$X_{14} \leq 3.572$$

$$X_{15} \leq 665$$

Bulan Oktober 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.778,67X_{13} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.218,10$$

$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{13} \leq 2.800$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Bulan Nopember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.778,67X_{13} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.226,00$$

$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{13} \leq 2.800$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Bulan Desember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.872,80X_{11} + 1.768,89X_{13} + 3.668,31X_{14} + 9.809,28X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.234,00$$

$$X_{11} = 10.890$$

$$X_{13} \leq 2.600$$

$$X_{14} \leq 3.384$$

Data hasil optimasi skenario 2 produksi tinta pasta menggunakan perangkat lunak statistik LINGO 11 ditunjukkan pada Tabel 4.86. Hasil data detail perhitungan ini terdapat pada LAMPIRAN B.

Tabel 4.87 Data Hasil Optimasi Skenario 2 Produksi Tinta Pasta

Bulan	Reguler (kg)	Lembur (kg)	Sub Kontrak InHouse MCMO (kg)	Sub Kontrak InHouse LAMIPAK (kg)	Biaya (Rp)
Januari	12.705,00	2.442,00	-	-	24.917.360,39
Pebruari	11.495,00	2.700,00	959,90	-	28.570.263,34
Maret	13.310,00	1.852,80	-	-	23.931.754,30
April	10.890,00	2.600,00	1.680,70	-	31.159.237,33
Mei	12.100,00	2.800,00	278,60	-	26.394.641,97
Juni	9.680,00	2.400,00	3.008,00	98,50	38.013.518,71
Juli	12.705,00	2.489,40	-	-	25.001.630,03
Agustus	13.310,00	1.892,00	-	-	24.001.478,23
September	11.495,00	2.700,00	1.015,20	-	28.762.444,04
Oktober	13.310,00	1.908,10	-	-	24.030.114,84

Bulan	Reguler (kg)	Lembur (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> MCMO (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> LAMIPAK (kg)	Biaya (Rp)
Nopember	13.310,00	1.916,00	-	-	24.044.166,35
Desember	10.890,00	2.600,00	1.744,00	-	31.391.441,20

4.3.2 Optimasi Permodelan Opsi Produksi Tinta Cair

Pada optimasi permodelan opsi produksi tinta pasta digunakan beberapa variabel, antara lain:

X_{21} = jumlah produksi optimal tinta cair dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi reguler

X_{22} = jumlah produksi optimal tinta cair dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi *shift* kedua

X_{23} = jumlah produksi optimal tinta cair dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi lembur

X_{24} = jumlah produksi optimal tinta cair dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Kediri

X_{25} = jumlah produksi optimal tinta cair dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Waru

B_{21} = biaya produksi per kilogram tinta cair dengan opsi kapasitas produksi reguler

B_{12} = biaya produksi per kilogram tinta cair dengan opsi kapasitas produksi *shift* kedua

B_{23} = biaya produksi per kilogram tinta cair dengan opsi kapasitas produksi lembur

B_{24} = biaya produksi per kilogram tinta cair dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Kediri

B_{25} = biaya produksi per kilogram tinta cair dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Waru

- V_{21} = jumlah volume optimal yang dapat dihasilkan tinta cair dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi reguler
- V_{22} = jumlah volume optimal yang dapat dihasilkan tinta cair dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi *shift* kedua
- V_{23} = jumlah volume optimal yang dapat dihasilkan tinta cair dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi lembur
- V_{24} = jumlah volume optimal yang dapat dihasilkan tinta cair dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Kediri
- V_{25} = jumlah volume optimal yang dapat dihasilkan tinta cair dalam kilogram dengan opsi kapasitas produksi sub kontrak *InHouse* GG Waru
- D_{2k} = jumlah volume permintaan tinta cair di tahun 2017 hasil peramalan pada bulan k, k = 1, 2, 3, ..., 12

SKENARIO 1

Reguler – *Shift* Kedua – Sub Kontrak *InHouse* GG Kediri – Sub Kontrak *InHouse* GG Waru

Fungsi Tujuan:

Minimalisasi Biaya Produksi

$$\text{Min } Z = B_{21} \cdot X_{21} + B_{22} \cdot X_{22} + B_{24} \cdot X_{24} + B_{25} \cdot X_{25}$$

Fungsi Kendala:

Jumlah Produksi Tinta harus dapat memenuhi Permintaan Penjualan di Tahun 2017 hasil peramalan

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq D_{2k}$$

Memaksimalkan Opsi Reguler Produksi

$$X_{21} = V_{21}$$

Jumlah Produksi Tinta harus kurang dari atau sama dengan Volume Optimal yang Dapat Diproduksi

$$X_{22} \leq V_{22}$$

$$X_{24} \leq V_{24}$$

$$X_{25} \leq V_{25}$$

Bulan Januari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 610,19X_{21} + 227,23X_{22} + 1.127,54X_{24} + 980,93X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 70.874,70$$

$$X_{21} = 63.000$$

$$X_{22} \leq 63.000$$

$$X_{24} \leq 37.800$$

$$X_{25} \leq 6.300$$

Bulan Pebruari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 667,12X_{21} + 243,67X_{22} + 1.246,23X_{24} + 1.084,18X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 70.907,10$$

$$X_{21} = 57.000$$

$$X_{22} \leq 57.000$$

$$X_{24} \leq 34.200$$

$$X_{25} \leq 5.700$$

Bulan Maret 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 220,13X_{22} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 70.939,50$$

$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{22} \leq 66.000$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Bulan April 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 700,33X_{21} + 253,25X_{22} + 1.315,46X_{24} + 1.144,42X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 70.972,00$$

$$X_{21} = 54.000$$

$$X_{22} \leq 54.000$$

$$X_{24} \leq 32.400$$

$$X_{25} \leq 5.400$$

Bulan Mei 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 637,23X_{21} + 235,04X_{22} + 1.183,92X_{24} + 1.029,97X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.004,40$$

$$X_{21} = 60.000$$

$$X_{22} \leq 60.000$$

$$X_{24} \leq 36.000$$

$$X_{25} \leq 6.000$$

Bulan Juni 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 779,21X_{21} + 276,03X_{22} + 1.479,89X_{24} + 1.287,47X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.036,90$$

$$X_{21} = 48.000$$

$$X_{22} \leq 48.000$$

$$X_{24} \leq 28.800$$

$$X_{25} \leq 4.800$$

Bulan Juli 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 610,19X_{21} + 227,23X_{22} + 1.127,54X_{24} + 980,93X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.069,40$$

$$X_{21} = 63.000$$

$$X_{22} \leq 63.000$$

$$X_{24} \leq 37.800$$

$$X_{25} \leq 6.300$$

Bulan Agustus 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 220,13X_{22} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.101,90$$

$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{22} \leq 66.000$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Bulan September 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 667,12X_{21} + 243,67X_{22} + 1.246,23X_{24} + 1.084,18X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.134,40$$

$$X_{21} = 57.000$$

$$X_{22} \leq 57.000$$

$$X_{24} \leq 34.200$$

$$X_{25} \leq 5.700$$

Bulan Oktober 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 220,13X_{22} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.166,90$$

$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{22} \leq 66.000$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Bulan Nopember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 220,13X_{22} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.199,40$$

$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{22} \leq 66.000$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Bulan Desember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 700,33X_{21} + 253,25X_{22} + 1.315,46X_{24} + 1.144,42X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.232,00$$

$$X_{21} = 54.000$$

$$X_{22} \leq 54.000$$

$$X_{24} \leq 32.400$$

$$X_{25} \leq 5.400$$

Data hasil optimasi skenario 1 produksi tinta cair menggunakan perangkat lunak statistik LINGO 11 ditunjukkan pada Tabel 4.87. Hasil data detail perhitungan ini terdapat pada LAMPIRAN B.

Tabel 4.88 Data Hasil Optimasi Skenario 1 Produksi Tinta Cair

Bulan	Reguler (kg)	Shift Kedua (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru (kg)	Biaya (Rp)
Januari	63.000,00	7.874,70	-	-	40.231.113,94
Pebruari	57.000,00	13.907,10	-	-	41.414.626,11
Maret	66.000,00	4.939,50	-	-	39.736.998,28
April	54.000,00	16.972,00	-	-	42.116.260,96
Mei	60.000,00	11.004,40	-	-	40.820.283,07
Juni	48.000,00	23.036,90	-	-	43.760.999,97
Juli	63.000,00	8.069,40	-	-	40.275.355,41
Agustus	66.000,00	5.101,90	-	-	39.772.747,59
September	57.000,00	14.134,40	-	-	41.470.011,32
Oktober	66.000,00	5.166,90	-	-	39.787.056,12
Nopember	66.000,00	5.199,00	-	-	39.794.122,33
Desember	54.000,00	17.232,00	-	-	42.182.106,95

SKENARIO 2

Reguler – Lembur – Sub Kontrak *InHouse* GG Kediri – Sub Kontrak *InHouse* GG Waru

Fungsi Tujuan:

Minimalisasi Biaya Produksi

$$\text{Min } Z = B_{21} \cdot X_{21} + B_{23} \cdot X_{23} + B_{24} \cdot X_{24} + B_{25} \cdot X_{25}$$

Fungsi Kendala:

Jumlah Produksi Tinta harus dapat memenuhi Permintaan Penjualan di Tahun 2017 hasil peramalan

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq D_{2k}$$

Memaksimalkan Opsi Reguler Produksi

$$X_{21} = V_{21}$$

Jumlah Produksi Tinta harus kurang dari atau sama dengan Volume Optimal yang Dapat Diproduksi

$$X_{23} \leq V_{23}$$

$$X_{24} \leq V_{24}$$

$$X_{25} \leq V_{25}$$

Bulan Januari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 610,19X_{21} + 2.093,54X_{23} + 1.127,54X_{24} + 980,93X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 70.874,70$$

$$X_{21} = 63.000$$

$$X_{23} \leq 5.400$$

$$X_{24} \leq 37.800$$

$$X_{25} \leq 6.300$$

Bulan Pebruari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 667,12X_{21} + 2.199,04X_{23} + 1.246,23X_{24} + 1.084,18X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 70.907,10$$

$$X_{21} = 57.000$$

$$X_{23} \leq 5.400$$

$$X_{24} \leq 34.200$$

$$X_{25} \leq 5.700$$

Bulan Maret 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 2.082,23X_{23} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 70.939,50$$

$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{23} \leq 5.600$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Bulan April 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 700,33X_{21} + 2.461,52X_{23} + 1.315,46X_{24} + 1.144,42X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 70.972,00$$

$$X_{21} = 54.000$$

$$X_{23} \leq 5.200$$

$$X_{24} \leq 32.400$$

$$X_{25} \leq 5.400$$

Bulan Mei 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 637,23X_{21} + 2.183,97X_{23} + 1.183,92X_{24} + 1.029,97X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.004,40$$

$$X_{21} = 60.000$$

$$X_{23} \leq 5.600$$

$$X_{24} \leq 36.000$$

$$X_{25} \leq 6.000$$

Bulan Juni 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 779,21X_{21} + 2.785,34X_{23} + 1.479,89X_{24} + 1.287,47X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.036,90$$

$$X_{21} = 48.000$$

$$X_{23} \leq 4.800$$

$$X_{24} \leq 28.800$$

$$X_{25} \leq 4.800$$

Bulan Juli 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 610,19X_{21} + 2.093,54X_{23} + 1.127,54X_{24} + 980,93X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.069,40$$

$$X_{21} = 63.000$$

$$X_{23} \leq 5.400$$

$$X_{24} \leq 37.800$$

$$X_{25} \leq 6.300$$

Bulan Agustus 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 2.082,23X_{23} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.101,90$$

$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{23} \leq 5.600$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Bulan September 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 667,12X_{21} + 2.199,04X_{23} + 1.246,23X_{24} + 1.084,18X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.134,40$$

$$X_{21} = 57.000$$

$$X_{23} \leq 5.400$$

$$X_{24} \leq 34.200$$

$$X_{25} \leq 5.700$$

Bulan Oktober 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 2.082,23X_{22} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.166,90$$

$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{23} \leq 5.600$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Bulan Nopember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 2.082,23X_{23} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.199,40$$

$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{23} \leq 5.600$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Bulan Desember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 700,33X_{21} + 2.461,52X_{23} + 1.315,46X_{24} + 1.144,42X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.232,00$$

$$X_{21} = 54.000$$

$$X_{23} \leq 5.200$$

$$X_{24} \leq 32.400$$

$$X_{25} \leq 5.400$$

Data hasil optimasi skenario 2 produksi tinta cair menggunakan perangkat lunak statistik LINGO 11 ditunjukkan pada Tabel 4.88. Hasil data detail perhitungan ini terdapat pada LAMPIRAN B.

Tabel 4.89 Data Hasil Optimasi Skenario 2 Produksi Tinta Cair

Bulan	Reguler (kg)	Lembur (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru (kg)	Biaya (Rp)
Januari	63.000,00	-	1.574,70	6.300,00	46.397.136,32
Pebruari	57.000,00	-	8.201,10	5.700,00	54.426.223,54
Maret	66.000,00	-	-	4.939,50	43.274.713,34
April	54.000,00	-	11.572,00	5.400,00	59.220.410,87
Mei	60.000,00	-	5.004,40	6.000,00	50.338.483,67
Juni	48.000,00	-	18.236,90	4.800,00	70.570.766,51
Juli	63.000,00	-	1.769,40	6.300,00	46.616.668,16
Agustus	66.000,00	-	-	5.101,90	43.426.775,01
September	57.000,00	-	8.434,40	5.700,00	54.716.968,36
Oktober	66.000,00	-	-	5.600,00	43.893.166,14

Bulan	Reguler (kg)	Lembur (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru (kg)	Biaya (Rp)
Nopember	66.000,00	-	-	5.199,40	43.518.068,20
Desember	54.000,00	-	11.832,00	5.400,00	59.562.431,01

BAB 5

ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Hasil Peramalan Permintaan per Bulan di Tahun 2017

Data hasil peramalan permintaan per bulan di tahun 2017 menunjukkan tren kenaikan konstan namun tidak terlalu signifikan, hal ini sesuai dengan sifat data hasil peramalan menggunakan metode ARIMA yang menghilangkan tren musiman. Proses peramalan menggunakan metode ini dianggap tepat digunakan untuk penelitian ini. Peraturan perusahaan mewajibkan kontrak yang diberikan kepada karyawan adalah minimal satu tahun. Tentu saja hal ini tidak dapat memfasilitasi kebutuhan jika permintaan yang diramalkan terlalu fluktuatif, sedangkan opsi kapasitas produksi yang digunakan adalah penambahan *shift* kerja. Sebagai contoh jika menggunakan metode peramalan yang memberikan hasil musiman, bisa jadi dalam dua bulan permintaan sangat tinggi kemudian di bulan berikutnya rendah, maka tidak memungkinkan untuk merekrut karyawan hanya untuk dua bulan saja.

5.2 Analisis Hasil Optimasi Permodelan

Penyelesaian optimasi permodelan untuk memperoleh komposisi terbaik untuk masing-masing skenario dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak LINGO 11. Hal yang dipertimbangkan dalam penentuan komposisi terbaik adalah penggunaan opsi kapasitas produksi dengan biaya yang paling murah dan mampu memenuhi kebutuhan permintaan pelanggan setiap bulan di tahun 2017. Proses perhitungan optimasi permodelan ditampilkan pada LAMPIRAN B.

5.2.1 Analisis hasil optimasi permodelan tinta pasta

Pada Tabel 5.1 menunjukkan bahwa hasil optimasi skenario 1, reguler-*shift* kedua-sub kontrak, hanya dibutuhkan kombinasi dari opsi kapasitas produksi reguler dan *shift* kedua untuk memenuhi kebutuhan permintaan di tahun 2017.

Tabel 5.1 Data Hasil Optimasi Skenario 1 Produksi Tinta Pasta

Bulan	Reguler (kg)	Shift Kedua (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> MCMO (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> LAMIPAK (kg)
Januari	12.705,00	2.442,00	-	-
Pebruari	11.495,00	3.659,90	-	-
Maret	13.310,00	1.852,80	-	-
April	10.890,00	4.280,70	-	-
Mei	12.100,00	3.078,60	-	-
Juni	9.680,00	5.506,50	-	-
Juli	12.705,00	2.489,40	-	-
Agustus	13.310,00	1.892,30	-	-
September	11.495,00	3.715,20	-	-
Oktober	13.310,00	1.908,10	-	-
Nopember	13.310,00	1.916,00	-	-
Desember	10.890,00	4.344,00	-	-

Hal berbeda ditunjukkan oleh hasil optimasi skenario 2, reguler-lembur-sub kontrak, pada Tabel 5.2. Kombinasi opsi kapasitas produksi reguler dan lembur dibutuhkan di bulan Januari, Maret, Juli, Agustus, Oktober, dan Nopember. Kebutuhan permintaan di bulan Pebruari, April, Mei, September, dan Desember membutuhkan kombinasi opsi kapasitas produksi reguler, lembur, dan sub kontrak *InHouse* MCMO. Sedangkan Kombinasi keseluruhan opsi kapasitas produksi reguler, lembur, sub kontrak *InHouse* MCMO, dan sub kontrak *InHouse* LAMIPAK dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan permintaan di bulan Juni. Hal ini terjadi karena pada bulan Juni 2017, terdapat banyak libur dan cuti bersama yang menyebabkan semakin kecil volume tinta yang dapat dihasilkan secara reguler maupun lembur.

Tabel 5.2 Data Hasil Optimasi Skenario 2 Produksi Tinta Pasta

Bulan	Reguler (kg)	Lembur (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> MCMO (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> LAMIPAK (kg)
Januari	12.705,00	2.442,00	-	-
Pebruari	11.495,00	2.700,00	959,90	-
Maret	13.310,00	1.852,80	-	-
April	10.890,00	2.600,00	1.680,70	-
Mei	12.100,00	2.800,00	278,60	-
Juni	9.680,00	2.400,00	3.008,00	98,50
Juli	12.705,00	2.489,40	-	-
Agustus	13.310,00	1.892,00	-	-
September	11.495,00	2.700,00	1.015,20	-
Oktober	13.310,00	1.908,10	-	-
Nopember	13.310,00	1.916,00	-	-
Desember	10.890,00	2.600,00	1.744,00	-

5.2.2 Analisis hasil optimasi permodelan tinta cair

Pada Tabel 5.3 menunjukkan bahwa hasil optimasi skenario 1, reguler-*shift* kedua-sub kontrak, hanya dibutuhkan kombinasi dari opsi kapasitas produksi reguler dan *shift* kedua untuk memenuhi kebutuhan permintaan di tahun 2017.

Tabel 5.3 Data Hasil Optimasi Skenario 1 Produksi Tinta Cair

Bulan	Reguler (kg)	<i>Shift</i> Kedua (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru (kg)
Januari	63.000,00	7.874,70	-	-
Pebruari	57.000,00	13.907,10	-	-

Bulan	Reguler (kg)	Shift Kedua (kg)	Sub Kontrak InHouse GG Kediri (kg)	Sub Kontrak InHouse GG Waru (kg)
Maret	66.000,00	4.939,50	-	-
April	54.000,00	16.972,00	-	-
Mei	60.000,00	11.004,40	-	-
Juni	48.000,00	23.036,90	-	-
Juli	63.000,00	8.069,40	-	-
Agustus	66.000,00	5.101,90	-	-
September	57.000,00	14.134,40	-	-
Oktober	66.000,00	5.166,90	-	-
Nopember	66.000,00	5.199,00	-	-
Desember	54.000,00	17.232,00	-	-

Hal berbeda ditunjukkan oleh hasil optimasi skenario 2, reguler-lembur-sub kontrak, pada Tabel 5.4. Lembur sama sekali tidak menjadi pilihan karena biaya yang mahal. Kombinasi opsi kapasitas produksi reguler dan sub kontrak *InHouse* GG Waru dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan permintaan di bulan Maret, Agustus, Oktober, dan Nopember. Sedangkan kombinasi opsi kapasitas produksi reguler, sub kontrak *InHouse* GG Kediri, dan sub kontrak *InHouse* GG Waru dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan permintaan di bulan Januari, Pebruari, April, Mei, Juni, Juli, September, dan Desember.

Tabel 5.4 Data Hasil Optimasi Skenario 2 Produksi Tinta Cair

Bulan	Reguler (kg)	Lembur (kg)	Sub Kontrak InHouse GG Kediri (kg)	Sub Kontrak InHouse GG Waru (kg)
Januari	63.000,00	-	1.574,70	6.300,00
Pebruari	57.000,00	-	8.201,10	5.700,00

Bulan	Reguler (kg)	Lembur (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Kediri (kg)	Sub Kontrak <i>InHouse</i> GG Waru (kg)
Maret	66.000,00	-	-	4.939,50
April	54.000,00	-	11.572,00	5.400,00
Mei	60.000,00	-	5.004,40	6.000,00
Juni	48.000,00	-	18.236,90	4.800,00
Juli	63.000,00	-	1.769,40	6.300,00
Agustus	66.000,00	-	-	5.101,90
September	57.000,00	-	8.434,40	5.700,00
Oktober	66.000,00	-	-	5.600,00
Nopember	66.000,00	-	-	5.199,40
Desember	54.000,00	-	11.832,00	5.400,00

5.2 Pembahasan

Selisih biaya skenario 1 dan skenario 2 menjadi hal yang penting untuk dianalisa sehingga hasilnya dapat digunakan untuk menentukan skenario mana yang memberikan biaya lebih murah. Jumlah nilai dari selisih biaya per bulan dinyatakan sebagai penghematan yang dapat dilakukan dalam satu tahun.

Pada Tabel 5.5 menunjukkan bahwa secara total maupun per bulan, biaya produksi tinta pasta menggunakan opsi skenario 1 lebih murah dibandingkan skenario 2.

Tabel 5.5 Selisih Biaya Skenario 1 dan Skenario 2 Produksi Tinta Pasta

Bulan	Biaya Skenario 1 (Rp)	Biaya Skenario 2 (Rp)	Selisih Biaya (Rp)
Januari	23.655.739,56	24.917.360,39	-1.261.620,83
Pebruari	25.518.496,31	28.570.263,34	-3.051.767,04

Bulan	Biaya Skenario 1 (Rp)	Biaya Skenario 2 (Rp)	Selisih Biaya (Rp)
Maret	22.875.179,76	23.931.754,30	-1.056.574,54
April	26.622.277,87	31.159.237,33	-4.536.959,47
Mei	24.577.046,76	26.394.641,97	-1.817.595,20
Juni	29.217.506,30	38.013.518,71	-8.796.012,42
Juli	23.715.520,74	25.001.630,03	-1.286.109,29
Agustus	22.922.912,09	24.001.478,23	-1.078.566,14
September	25.595.001,82	28.762.444,04	-3.167.442,22
Oktober	22.942.005,02	24.030.114,84	-1.088.109,82
Nopember	22.951.551,49	24.044.166,35	-1.092.614,86
Desember	26.714.365,43	31.391.441,20	-4.677.075,77
TOTAL	297.307.603,14	330.218.050,73	-32.910.447,59

Pada Tabel 5.6 menunjukkan bahwa secara keseluruhan biaya produksi tinta cair menggunakan opsi skenario 1 lebih jauh lebih murah dibandingkan skenario 2.

Tabel 5.6 Selisih Biaya Skenario 1 dan Skenario 2 Produksi Tinta Cair

Bulan	Biaya Skenario 1 (Rp)	Biaya Skenario 2 (Rp)	Selisih Biaya (Rp)
Januari	40.231.113,94	46.397.136,32	-6.166.022,38
Pebruari	41.414.626,11	54.426.223,54	-13.011.597,43
Maret	39.736.998,28	43.274.713,34	-3.537.715,06
April	42.116.260,96	59.220.410,87	-17.104.149,91
Mei	40.820.283,07	50.338.483,67	-9.518.200,60
Juni	43.760.999,97	70.570.766,51	-26.809.766,55

Bulan	Biaya Skenario 1 (Rp)	Biaya Skenario 2 (Rp)	Selisih Biaya (Rp)
Juli	40.275.355,41	46.616.668,16	-6.341.312,74
Agustus	39.772.747,59	43.426.775,01	-3.654.027,42
September	41.470.011,32	54.716.968,36	-13.246.957,03
Oktober	39.787.056,12	43.893.166,14	-4.106.110,03
Nopember	39.794.122,33	43.518.068,20	-3.723.945,87
Desember	42.182.106,95	59.562.431,01	-17.380.324,06
TOTAL	491.361.682,05	615.961.811,14	-124.600.129,09

Kedua data tersebut menunjukkan bahwa pola kerja yang dilakukan oleh PT. SWS selama ini tidak efektif dan efisien dengan menggunakan opsi lembur dan sub kontrak di samping reguler. Penambahan *shift* kerja untuk masing-masing unit kerja produksi terbukti secara empiris memberikan penghematan sebesar 9,96% untuk tinta pasta dan 20,22% untuk tinta cair.

Namun, jika diperhatikan lebih dalam mengenai data hasil optimasi skenario 1 untuk kedua jenis tinta menunjukkan bahwa penggunaan shift kedua sebenarnya masih belum maksimal, dengan kata lain PT SWS masih siap jika ada tambahan permintaan. Secara kapasitas produksi belum efektif namun lebih efisien jika dibandingkan dengan keadaan saat ini.

halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian kesimpulan dan saran dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan analisis hasil serta pemberian saran.

6.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan proses optimasi dan analisis hasil, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Total permintaan di tahun 2017 hasil peramalan adalah sebesar 182.285,50 kilogram untuk tinta pasta dan 852.638,60 kilogram untuk tinta cair.
2. Biaya rata-rata per kilogram untuk memproduksi tinta pasta dengan opsi kapasitas produksi reguler sebesar Rp642,84; shift kedua sebesar Rp236,66; lembur sebesar Rp2.233,87; sub kontrak InHouse GG Kediri sebesar Rp1.195,62; dan sub kontrak GG Waru sebesar Rp1.040,15. Sedangkan biaya rata-rata per kilogram untuk memproduksi tinta cair dengan opsi kapasitas produksi reguler sebesar Rp1.711,27; shift kedua sebesar Rp1.331,33; lembur sebesar Rp1.773,81; sub kontrak InHouse MCMO sebesar Rp3.334,11; dan sub kontrak InHouse LAMIPAK sebesar Rp8.915,61
3. Skenario 1 yaitu dengan komposisi penggunaan opsi reguler, *shift* kedua, dan sub kontrak menjadi pilihan terbaik untuk produksi tinta pasta dengan biaya paling rendah untuk memenuhi permintaan pasar di tahun 2017 yaitu sebesar Rp297.307.603,14. Skenario 1 juga menjadi pilihan terbaik untuk tinta cair dengan biaya paling rendah untuk memenuhi permintaan pasar di tahun 2017 yaitu sebesar Rp491.361.682,05.

6.2 Saran

Dalam rangka meningkatkan kualitas hasil penelitian ini, maka disarankan untuk:

1. Menggunakan metode perencanaan produksi agregat dengan mempertimbangkan biaya penyimpanan.
2. Melakukan segregasi data penjualan berdasarkan pelanggan sehingga dapat dilakukan peramalan permintaan yang lebih akurat dengan karakteristik masing-masing.

DAFTAR PUSTAKA

- Addy, I., 2013. *Optimization of Production Scheduling as Linear Programming Model*, Kumasi: Kwame Nkrumah University of Science and Technology, PhD Thesis.
- Assauri, S., 2008. *Manajemen Operasi dan Produksi*. 2nd penyunt. Depok: Lembaga Penerbit FE UI.
- Hanke, J. E. & Wichern, D. W., 2011. *Business Forecasting*. 9th penyunt. Harlow: Pearson Education Limited.
- Heizer, J. & Render, B., 2014. *Operation Management: Sustainability and Supply Chain Management*. 11th penyunt. New Jersey: Pearson Education, Inc..
- Hübner, A., Kuhn, H. & Sternbeck, M., 2013. Demand and Supply Chain Planning in Grocery Retail: An Operations Planning Framework. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 41(7), pp. 512-530.
- Lerlertpakdee, P., Jafarpour, B. & Gildin, E., 2014. Efficient Production Optimization With Flow-Network Models. *Society of Petroleum Engineers Journal*, 19(6), pp. 1083-1095.
- Lord, M. S. et al., 2013. Linear Programming & Optimizing the Resources. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 4(11), pp. 701-705.
- Menteri Agama, Menteri Ketenagakerjaan, dan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia, 2016. *Surat Keputusan Bersama Menteri Agama, Menteri Ketenagakerjaan, dan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia tentang Perubahan atas Keputusan Menteri Agama, Menteri Ketenagakerjaan, dan Menteri Pendayagunaan Aparatu*. Jakarta: Kementerian Agama, Kementerian Ketenagakerjaan, dan Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia.
- Menteri Ketenagakerjaan, Transmigrasi, dan Kependudukan Republik Indonesia, 2016. *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 6 Tahun 2016 tentang Tunjangan Hari Raya Keagamaan Bagi Pekerja/Buruh di Perusahaan*. Jakarta:

Kementerian Ketenagakerjaan, Transmigrasi, dan Kependudukan Republik Indonesia.

Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia, 2004. *Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor KEP. 102/MEN/IV/2014 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur*. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia.

Mulyono, S., 2007. *Riset Operasi*. Depok: Lembaga Penerbit FE UI.

PT SIEGWERK Indonesia, 2015. *Peraturan Perusahaan 2015 - 2017*. Tangerang: SW Press.

Pujawan, I. N. & Er, M., 2010. *Supply Chain Management*. 2nd penyunt. Surabaya: Penerbit Guna Widya.

Siang, J. J., 2014. *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis*. 2nd penyunt. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Szopa, R. & Marczyk, B., 2011. Optimization of Production Problems using Mathematical Programming. *Polish Journal of Management Studies*, Volume 4, pp. 231-238.

LAMPIRAN

A. UJI SIGNIFIKANSI METODE ARIMA MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK STATISTIK MINITAB 17

Peramalan Permintaan Tinta Pasta di Tahun 2017

(0, 0, 1)

Estimates at each iteration

Iteration	SSE	Parameters
0	4260353965	0.100
1	3260434259	-0.050
2	2599939562	-0.200
3	2151958783	-0.350
4	1856263664	-0.500
5	1700127359	-0.650
6	1691617563	-0.764
7	1682938139	-0.727
8	1682443915	-0.716
9	1682443238	-0.716

Relative change in each estimate less than 0.0010

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
MA 1	-0.7164	0.1600	-4.48	0.000

Number of observations: 24

Residuals: SS = 1634415038 (backforecasts excluded)
MS = 71061523 DF = 23

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	45.0	*	*	*
DF	11	*	*	*
P-Value	0.000	*	*	*

Forecasts from period 24

Period	Forecast	95% Limits		Actual
		Lower	Upper	
25	10585.3	-5940.5	27111.0	
26	0.0	-20329.1	20329.1	
27	0.0	-20329.1	20329.1	
28	0.0	-20329.1	20329.1	
29	0.0	-20329.1	20329.1	
30	0.0	-20329.1	20329.1	
31	0.0	-20329.1	20329.1	
32	0.0	-20329.1	20329.1	
33	0.0	-20329.1	20329.1	
34	0.0	-20329.1	20329.1	
35	0.0	-20329.1	20329.1	
36	0.0	-20329.1	20329.1	

(1, 0, 0)

Estimates at each iteration

Iteration	SSE	Parameters
0	2962740584	0.100
1	2198813426	0.250
2	1569746995	0.400
3	1075541291	0.550
4	716196313	0.700
5	491712062	0.850
6	409036463	0.971
7	402967659	0.992
8	402073895	0.997
9	401977761	0.998
10	401967404	0.998

Relative change in each estimate less than 0.0010

* WARNING * Back forecasts not dying out rapidly

Back forecasts (after differencing)

Lag -98 - -91	10808.063	10824.398	10840.757	10857.141	10873.550
10889.983	10906.441				
Lag -90 - -83	10939.432	10955.965	10972.523	10989.106	11005.715
11022.348	11039.006				
Lag -82 - -75	11072.398	11089.132	11105.891	11122.676	11139.486
11156.321	11173.182				
Lag -74 - -67	11206.980	11223.917	11240.880	11257.869	11274.883
11291.923	11308.989				
Lag -66 - -59	11343.198	11360.341	11377.510	11394.705	11411.926
11429.173	11446.447				
Lag -58 - -51	11481.071	11498.423	11515.801	11533.205	11550.635
11568.092	11585.575				
Lag -50 - -43	11620.620	11638.183	11655.772	11673.388	11691.030
11708.699	11726.394				
Lag -42 - -35	11761.866	11779.642	11797.445	11815.274	11833.131
11851.015	11868.925				
Lag -34 - -27	11904.828	11922.820	11940.839	11958.886	11976.959
11995.060	12013.189				
Lag -26 - -19	12049.528	12067.738	12085.977	12104.243	12122.536
12140.857	12159.206				
Lag -18 - -11	12195.986	12214.418	12232.878	12251.366	12269.882
12288.426	12306.997				
Lag -10 - -3	12344.225	12362.881	12381.566	12400.278	12419.019
12437.788	12456.586				
Lag -2 - 0	12494.266	12513.149	12532.060		

Lag -98 - -91	10922.924
Lag -90 - -83	11055.690
Lag -82 - -75	11190.068
Lag -74 - -67	11326.080
Lag -66 - -59	11463.746
Lag -58 - -51	11603.084
Lag -50 - -43	11744.117
Lag -42 - -35	11886.863
Lag -34 - -27	12031.345
Lag -26 - -19	12177.582
Lag -18 - -11	12325.597
Lag -10 - -3	12475.411
Lag -2 - 0	

Back forecast residuals

Lag	-98	-	-91	32.595	32.644	32.694	32.743	32.792	32.842	32.892
				32.941						
Lag	-90	-	-83	32.991	33.041	33.091	33.141	33.191	33.241	33.291
				33.342						
Lag	-82	-	-75	33.392	33.443	33.493	33.544	33.595	33.645	33.696
				33.747						
Lag	-74	-	-67	33.798	33.849	33.900	33.952	34.003	34.054	34.106
				34.157						
Lag	-66	-	-59	34.209	34.261	34.312	34.364	34.416	34.468	34.520
				34.572						
Lag	-58	-	-51	34.625	34.677	34.729	34.782	34.834	34.887	34.940
				34.993						
Lag	-50	-	-43	35.046	35.098	35.152	35.205	35.258	35.311	35.365
				35.418						
Lag	-42	-	-35	35.471	35.525	35.579	35.633	35.686	35.740	35.794
				35.848						
Lag	-34	-	-27	35.903	35.957	36.011	36.066	36.120	36.175	36.229
				36.284						
Lag	-26	-	-19	36.339	36.394	36.449	36.504	36.559	36.614	36.670
				36.725						
Lag	-18	-	-11	36.781	36.836	36.892	36.948	37.004	37.059	37.115
				37.172						
Lag	-10	-	-3	37.228	37.284	37.340	37.397	37.453	37.510	37.567
				37.623						
Lag	-2	-	0	37.680	37.737	37.794				

Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	0.9985	0.0726	13.75	0.000

Number of observations: 24

Residuals: SS = 401844991 (backforecasts excluded)
MS = 17471521 DF = 23

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	20.6	*	*	*
DF	11	*	*	*
P-Value	0.038	*	*	*

Forecasts from period 24

Period	Forecast	95% Limits		Actual
		Lower	Upper	
25	19782.1	11587.9	27976.3	
26	19752.3	8172.6	31331.9	
27	19722.4	5551.0	33893.9	
28	19692.7	3341.2	36044.1	
29	19663.0	1395.3	37930.7	
30	19633.3	-362.9	39629.5	
31	19603.7	-1978.5	41185.8	
32	19574.1	-3480.8	42629.0	
33	19544.5	-4890.5	43979.6	
34	19515.1	-6222.4	45252.5	
35	19485.6	-7487.8	46459.0	
36	19456.2	-8695.5	47607.9	

(1, 0, 1)

Estimates at each iteration

Iteration	SSE	Parameters	
0	3546947982	0.100	0.100
1	2034566592	0.250	-0.050
2	1704478330	0.400	0.054
3	1324326999	0.550	0.148
4	923809190	0.700	0.233
5	562997310	0.850	0.321
6	297571442	1.000	0.465
7	280740387	1.000	0.615
8	273918387	1.000	0.765
9	273850375	1.000	0.748
10	273830144	1.001	0.755
11	273825028	1.001	0.752
12	273822254	1.001	0.753
13	273821080	1.001	0.753

Relative change in each estimate less than 0.0010

* WARNING * Back forecasts not dying out rapidly

Back forecasts (after differencing)

Lag	-98	-	-91	11258.548	11252.691	11246.838	11240.988	11235.141
	11229.297			11223.456				
Lag	-90	-	-83	11211.783	11205.951	11200.122	11194.296	11188.473
	11182.654			11176.837				
Lag	-82	-	-75	11165.212	11159.405	11153.600	11147.798	11142.000
	11136.204			11130.411				
Lag	-74	-	-67	11118.835	11113.052	11107.271	11101.494	11095.719
	11089.947			11084.179				
Lag	-66	-	-59	11072.651	11066.891	11061.135	11055.381	11049.631
	11043.883			11038.138				
Lag	-58	-	-51	11026.658	11020.923	11015.190	11009.460	11003.734
	10998.010			10992.289				
Lag	-50	-	-43	10980.857	10975.145	10969.436	10963.730	10958.027
	10952.327			10946.630				
Lag	-42	-	-35	10935.245	10929.557	10923.872	10918.190	10912.511
	10906.834			10901.161				
Lag	-34	-	-27	10889.823	10884.159	10878.497	10872.839	10867.183
	10861.531			10855.881				
Lag	-26	-	-19	10844.590	10838.949	10833.311	10827.676	10822.044
	10816.415			10810.789				
Lag	-18	-	-11	10799.545	10793.927	10788.313	10782.701	10777.092
	10771.487			10765.884				
Lag	-10	-	-3	10754.687	10749.092	10743.501	10737.913	10732.327
	10726.745			10721.165				
Lag	-2	-	0	10710.015	10704.444	10698.876		

Lag	-98	-	-91	11217.618
Lag	-90	-	-83	11171.023
Lag	-82	-	-75	11124.622
Lag	-74	-	-67	11078.413
Lag	-66	-	-59	11032.397
Lag	-58	-	-51	10986.571
Lag	-50	-	-43	10940.936
Lag	-42	-	-35	10895.491
Lag	-34	-	-27	10850.234
Lag	-26	-	-19	10805.165
Lag	-18	-	-11	10760.284
Lag	-10	-	-3	10715.589
Lag	-2	-	0	

Back forecast residuals

```

Lag -98 - -91 -11.722 -20.543 -27.181 -32.174 -35.928 -38.749 -
40.867 -42.457
Lag -90 - -83 -43.647 -44.538 -45.203 -45.698 -46.064 -46.334 -
46.531 -46.674
Lag -82 - -75 -46.775 -46.845 -46.892 -46.921 -46.937 -46.943 -
46.942 -46.935
Lag -74 - -67 -46.923 -46.909 -46.892 -46.873 -46.852 -46.831 -
46.809 -46.787
Lag -66 - -59 -46.764 -46.740 -46.717 -46.693 -46.669 -46.645 -
46.621 -46.597
Lag -58 - -51 -46.573 -46.549 -46.525 -46.501 -46.477 -46.452 -
46.428 -46.404
Lag -50 - -43 -46.380 -46.356 -46.332 -46.308 -46.284 -46.260 -
46.236 -46.211
Lag -42 - -35 -46.187 -46.163 -46.139 -46.115 -46.091 -46.067 -
46.043 -46.020
Lag -34 - -27 -45.996 -45.972 -45.948 -45.924 -45.900 -45.876 -
45.852 -45.828
Lag -26 - -19 -45.805 -45.781 -45.757 -45.733 -45.709 -45.686 -
45.662 -45.638
Lag -18 - -11 -45.614 -45.591 -45.567 -45.543 -45.519 -45.496 -
45.472 -45.448
Lag -10 - -3 -45.425 -45.401 -45.378 -45.354 -45.330 -45.307 -
45.283 -45.260
Lag -2 - 0 -45.236 -45.213 -45.189

```

Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	1.0005	0.0172	58.03	0.000
MA	1	0.7531	0.2098	3.59	0.002

Number of observations: 24

Residuals: SS = 273619062 (backforecasts excluded)
MS = 12437230 DF = 22

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	14.4	*	*	*
DF	10	*	*	*
P-Value	0.156	*	*	*

Forecasts from period 24

Period	Forecast	95% Limits		Actual
		Lower	Upper	
25	15147.0	8233.4	22060.6	
26	15154.9	8032.8	22277.0	
27	15162.8	7838.0	22487.6	
28	15170.7	7648.4	22693.0	
29	15178.6	7463.7	22893.5	
30	15186.5	7283.5	23089.5	
31	15194.4	7107.5	23281.3	
32	15202.3	6935.3	23469.3	
33	15210.2	6766.9	23653.5	
34	15218.1	6601.9	23834.4	
35	15226.0	6440.1	24012.0	
36	15234.0	6281.3	24186.6	

Peramalan untuk Permintaan Tinta Cair di Tahun 2017

(1, 0, 0)

Estimates at each iteration

Iteration	SSE	Parameters
0	82014043273	0.100
1	58089693006	0.250
2	38281855048	0.400
3	22590529398	0.550
4	11015716057	0.700
5	3557415024	0.850
6	252734487	0.994
7	220183166	0.999
8	216819516	0.999

Relative change in each estimate less than 0.0010

* WARNING * Back forecasts not dying out rapidly

Back forecasts (after differencing)

Lag -98 -	-91	57687.767	57722.788	57757.830	57792.893	57827.977
57863.083	57898.210					
Lag -90 -	-83	57968.528	58003.719	58038.932	58074.166	58109.421
58144.698	58179.996					
Lag -82 -	-75	58250.656	58286.018	58321.402	58356.808	58392.235
58427.683	58463.153					
Lag -74 -	-67	58534.157	58569.691	58605.248	58640.825	58676.424
58712.045	58747.688					
Lag -66 -	-59	58819.038	58854.745	58890.474	58926.225	58961.997
58997.792	59033.608					
Lag -58 -	-51	59105.305	59141.186	59177.089	59213.014	59248.960
59284.929	59320.919					
Lag -50 -	-43	59392.965	59429.021	59465.099	59501.198	59537.320
59573.463	59609.629					
Lag -42 -	-35	59682.026	59718.257	59754.510	59790.786	59827.083
59863.402	59899.744					
Lag -34 -	-27	59972.493	60008.900	60045.330	60081.782	60118.256
60154.752	60191.271					
Lag -26 -	-19	60264.374	60300.959	60337.566	60374.195	60410.846
60447.520	60484.216					
Lag -18 -	-11	60557.675	60594.438	60631.223	60668.031	60704.861
60741.713	60778.588					
Lag -10 -	-3	60852.404	60889.346	60926.310	60963.297	61000.306
61037.338	61074.392					
Lag -2 -	0	61148.568	61185.689	61222.833		

Lag -98 -	-91	57933.359
Lag -90 -	-83	58215.315
Lag -82 -	-75	58498.644
Lag -74 -	-67	58783.352
Lag -66 -	-59	59069.445
Lag -58 -	-51	59356.931
Lag -50 -	-43	59645.816
Lag -42 -	-35	59936.107
Lag -34 -	-27	60227.811
Lag -26 -	-19	60520.935
Lag -18 -	-11	60815.485
Lag -10 -	-3	61111.468
Lag -2 -	0	

Back forecast residuals

Lag	-98	-	-91	69.978	70.020	70.063	70.105	70.148	70.190	70.233
	70.276									
Lag	-90	-	-83	70.318	70.361	70.404	70.446	70.489	70.532	70.575
	70.618									
Lag	-82	-	-75	70.660	70.703	70.746	70.789	70.832	70.875	70.918
	70.961									
Lag	-74	-	-67	71.004	71.047	71.091	71.134	71.177	71.220	71.263
	71.307									
Lag	-66	-	-59	71.350	71.393	71.437	71.480	71.523	71.567	71.610
	71.654									
Lag	-58	-	-51	71.697	71.741	71.784	71.828	71.871	71.915	71.959
	72.002									
Lag	-50	-	-43	72.046	72.090	72.134	72.177	72.221	72.265	72.309
	72.353									
Lag	-42	-	-35	72.397	72.441	72.485	72.529	72.573	72.617	72.661
	72.705									
Lag	-34	-	-27	72.749	72.793	72.837	72.882	72.926	72.970	73.014
	73.059									
Lag	-26	-	-19	73.103	73.148	73.192	73.236	73.281	73.325	73.370
	73.414									
Lag	-18	-	-11	73.459	73.504	73.548	73.593	73.637	73.682	73.727
	73.772									
Lag	-10	-	-3	73.816	73.861	73.906	73.951	73.996	74.041	74.086
	74.131									
Lag	-2	-	0	74.176	74.221	74.266				

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	0.9994	0.0097	102.53	0.000

Number of observations: 24

Residuals: SS = 216304709 (backforecasts excluded)
MS = 9404553 DF = 23

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	20.5	*	*	*
DF	11	*	*	*
P-Value	0.039	*	*	*

Forecasts from period 24

Period	Forecast	95% Limits		Actual
		Lower	Upper	
25	70807.0	64795.1	76818.9	
26	70764.1	62264.5	79263.6	
27	70721.1	60314.5	81127.7	
28	70678.2	58665.3	82691.1	
29	70635.3	57208.6	84062.1	
30	70592.5	55888.7	85296.3	
31	70549.7	54672.5	86426.8	
32	70506.8	53538.6	87475.1	
33	70464.1	52472.0	88456.1	
34	70421.3	51461.8	89380.9	
35	70378.6	50499.7	90257.5	
36	70335.9	49579.3	91092.5	

(0, 0, 1)

Estimates at each iteration

Iteration	SSE	Parameters
0	1.22539E+11	0.100
1	91319139372	-0.050
2	70664634552	-0.200
3	56296449493	-0.350
4	45905833430	-0.500
5	38167761523	-0.650
6	32291062104	-0.800
7	28946704604	-0.950
8	28608206083	-0.934

Unable to reduce sum of squares any further

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
MA 1	-0.9337	0.1870	-4.99	0.000

Number of observations: 24

Residuals: SS = 27040677098 (backforecasts excluded)
MS = 1175681613 DF = 23

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	23.2	*	*	*
DF	11	*	*	*
P-Value	0.016	*	*	*

Forecasts from period 24

Period	Forecast	95% Limits		Actual
		Lower	Upper	
25	34739	-32480	101957	
26	0	-91962	91962	
27	0	-91962	91962	
28	0	-91962	91962	
29	0	-91962	91962	
30	0	-91962	91962	
31	0	-91962	91962	
32	0	-91962	91962	
33	0	-91962	91962	
34	0	-91962	91962	
35	0	-91962	91962	
36	0	-91962	91962	

(1, 0, 1)

Estimates at each iteration

Iteration	SSE	Parameters
0	1.00251E+11	0.100 0.100
1	52925695230	0.250 -0.050
2	38498922337	0.274 -0.200
3	25073413805	0.348 -0.350
4	14547183150	0.458 -0.500
5	7221227151	0.608 -0.598
6	3202033715	0.758 -0.603
7	905451848	0.908 -0.561
8	283576038	1.006 -0.412
9	245141285	1.004 -0.262
10	223280322	1.003 -0.147
11	216138101	1.002 -0.129
12	213776329	1.001 -0.123
13	213069449	1.001 -0.122
14	212885172	1.000 -0.122

Relative change in each estimate less than 0.0010

* WARNING * Back forecasts not dying out rapidly

Back forecasts (after differencing)

Lag -98 - -91	64201.198	64171.855	64142.525	64113.208	64083.905
64054.615	64025.338				
Lag -90 - -83	63966.825	63937.589	63908.366	63879.156	63849.959
63820.776	63791.607				
Lag -82 - -75	63733.307	63704.178	63675.061	63645.958	63616.868
63587.792	63558.729				
Lag -74 - -67	63500.642	63471.619	63442.609	63413.612	63384.628
63355.658	63326.701				
Lag -66 - -59	63268.826	63239.909	63211.005	63182.114	63153.236
63124.372	63095.520				
Lag -58 - -51	63037.857	63009.045	62980.246	62951.461	62922.689
62893.929	62865.183				
Lag -50 - -43	62807.731	62779.024	62750.330	62721.650	62692.983
62664.328	62635.687				
Lag -42 - -35	62578.444	62549.843	62521.254	62492.678	62464.115
62435.566	62407.029				
Lag -34 - -27	62349.995	62321.498	62293.013	62264.542	62236.084
62207.638	62179.206				
Lag -26 - -19	62122.380	62093.987	62065.606	62037.239	62008.884
61980.543	61952.214				
Lag -18 - -11	61895.596	61867.306	61839.029	61810.765	61782.514
61754.276	61726.051				
Lag -10 - -3	61669.639	61641.453	61613.279	61585.118	61556.971
61528.836	61500.713				
Lag -2 - 0	61444.508	61416.424	61388.353		
Lag -98 - -91	63996.075				
Lag -90 - -83	63762.450				
Lag -82 - -75	63529.679				
Lag -74 - -67	63297.757				
Lag -66 - -59	63066.682				
Lag -58 - -51	62836.450				
Lag -50 - -43	62607.059				
Lag -42 - -35	62378.506				
Lag -34 - -27	62150.786				
Lag -26 - -19	61923.898				

Lag -18 - -11 61697.839
 Lag -10 - -3 61472.604
 Lag -2 - 0

Back forecast residuals

Lag -98 - -91 -58.727 -51.525 -52.378 -52.247 -52.236 -52.211 -
 52.187 -52.163
 Lag -90 - -83 -52.139 -52.116 -52.092 -52.068 -52.044 -52.020 -
 51.997 -51.973
 Lag -82 - -75 -51.949 -51.925 -51.902 -51.878 -51.854 -51.830 -
 51.807 -51.783
 Lag -74 - -67 -51.759 -51.736 -51.712 -51.688 -51.665 -51.641 -
 51.618 -51.594
 Lag -66 - -59 -51.570 -51.547 -51.523 -51.500 -51.476 -51.453 -
 51.429 -51.406
 Lag -58 - -51 -51.382 -51.359 -51.335 -51.312 -51.288 -51.265 -
 51.241 -51.218
 Lag -50 - -43 -51.195 -51.171 -51.148 -51.124 -51.101 -51.078 -
 51.054 -51.031
 Lag -42 - -35 -51.008 -50.984 -50.961 -50.938 -50.915 -50.891 -
 50.868 -50.845
 Lag -34 - -27 -50.822 -50.798 -50.775 -50.752 -50.729 -50.705 -
 50.682 -50.659
 Lag -26 - -19 -50.636 -50.613 -50.590 -50.567 -50.543 -50.520 -
 50.497 -50.474
 Lag -18 - -11 -50.451 -50.428 -50.405 -50.382 -50.359 -50.336 -
 50.313 -50.290
 Lag -10 - -3 -50.267 -50.244 -50.221 -50.198 -50.175 -50.152 -
 50.129 -50.106
 Lag -2 - 0 -50.083 -50.061 -50.038

Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	1.0005	0.0112	89.56	0.000
MA	1	-0.1222	0.2135	-0.57	0.573

Number of observations: 24

Residuals: SS = 212625214 (backforecasts excluded)
 MS = 9664782 DF = 22

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	17.8	*	*	*
DF	10	*	*	*
P-Value	0.059	*	*	*

Forecasts from period 24

Period	Forecast	95% Limits		Actual
		Lower	Upper	
25	70874.7	64780.2	76969.2	
26	70907.1	61744.4	80069.8	
27	70939.5	59502.2	82376.8	
28	70972.0	57641.2	84302.7	
29	71004.4	56016.1	85992.7	
30	71036.9	54555.5	87518.2	
31	71069.4	53218.3	88920.4	
32	71101.9	51977.7	90226.0	
33	71134.4	50815.8	91452.9	
34	71166.9	49719.3	92614.5	
35	71199.4	48678.3	93720.5	
36	71232.0	47685.4	94778.6	

B. OPTIMASI PERMODELAN OPSI PRODUKSI MENGGUNAKAN LINGO 11

Tinta Pasta

SKENARIO 1

Reguler – *Shift* Kedua – Sub Kontrak *InHouse* MCMO – Sub Kontrak *InHouse* LAMIPAK

Bulan Januari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.619,51X_{11} + 1.261,21X_{12} + 3.144,26X_{14} + 8.407,95X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.147,00$$

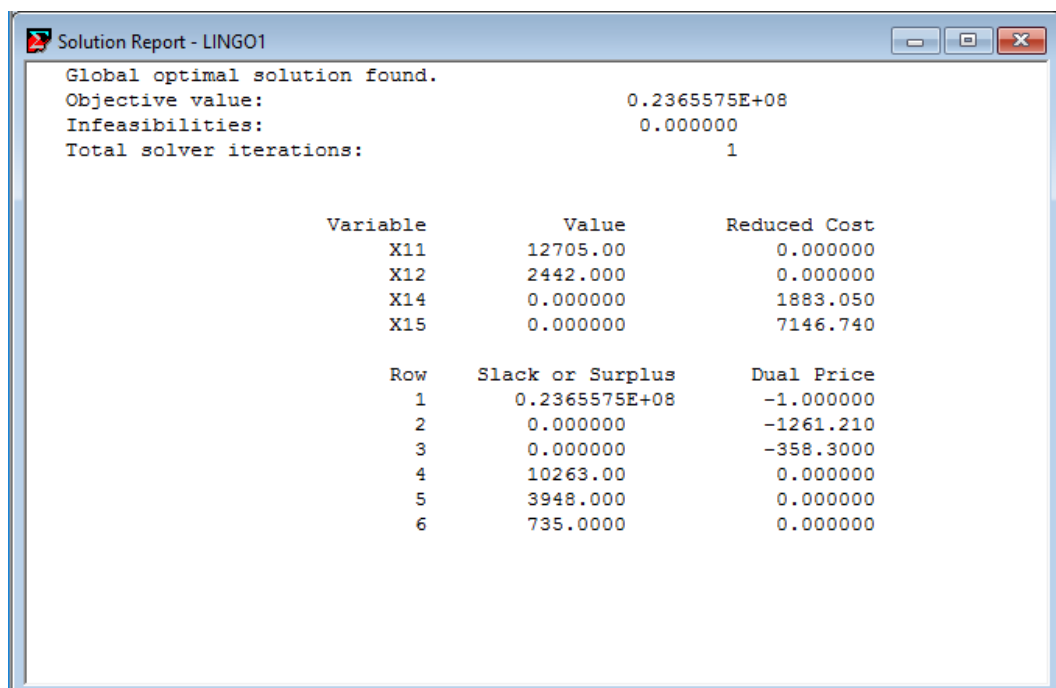
$$X_{11} = 12.705$$

$$X_{12} \leq 12.705$$

$$X_{14} \leq 3.948$$

$$X_{15} \leq 735$$

Solusi:



The screenshot shows the 'Solution Report - LINGO1' window. It displays the following information:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.2365575E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
X11	12705.00	0.000000
X12	2442.000	0.000000
X14	0.000000	1883.050
X15	0.000000	7146.740

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2365575E+08	-1.000000
2	0.000000	-1261.210
3	0.000000	-358.3000
4	10263.00	0.000000
5	3948.000	0.000000
6	735.0000	0.000000

Bulan Pebruari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.779,48X_{11} + 1.383,46X_{12} + 3.475,24X_{14} + 9.293,00X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.154,90$$

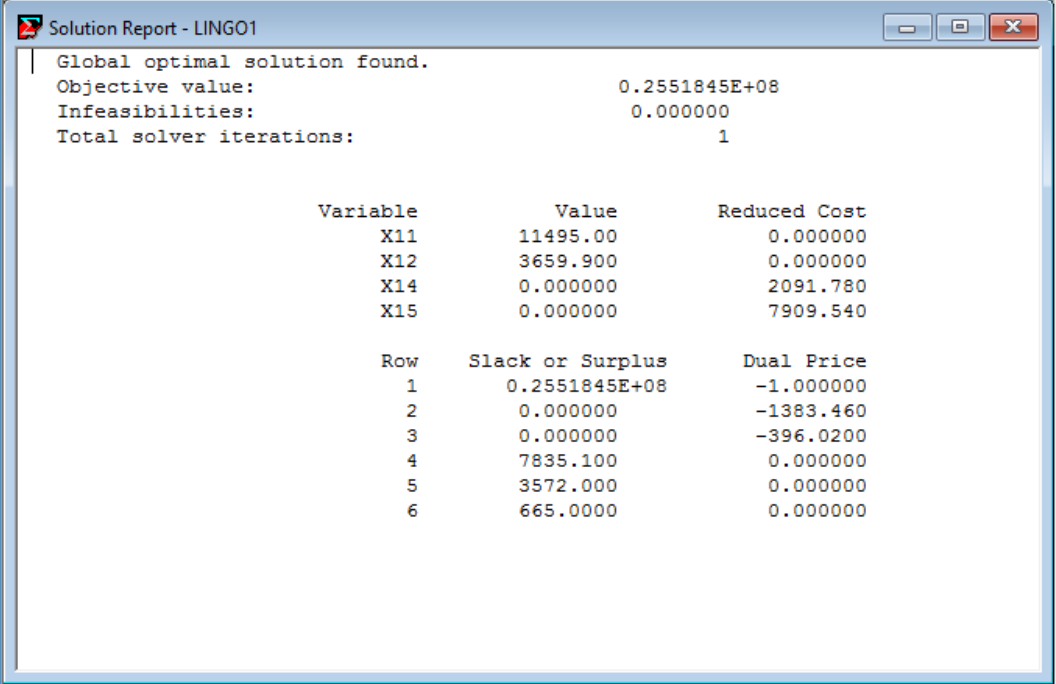
$$X_{11} = 11.495$$

$$X_{12} \leq 11.495$$

$$X_{14} \leq 3.572$$

$$X_{15} \leq 665$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.2551845E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	11495.00	0.000000
X12	3659.900	0.000000
X14	0.000000	2091.780
X15	0.000000	7909.540

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2551845E+08	-1.000000
2	0.000000	-1383.460
3	0.000000	-396.0200
4	7835.100	0.000000
5	3572.000	0.000000
6	665.0000	0.000000

Bulan Maret 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.208,41X_{12} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.162,80$$

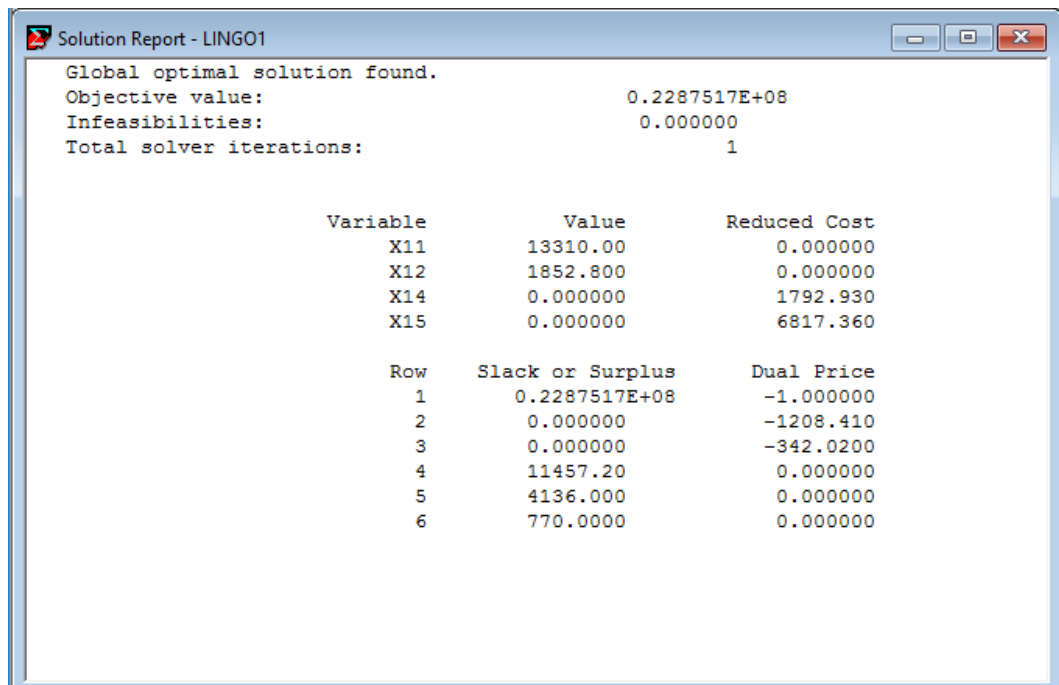
$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{12} \leq 13.310$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.2287517E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	13310.00	0.000000
X12	1852.800	0.000000
X14	0.000000	1792.930
X15	0.000000	6817.360

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2287517E+08	-1.000000
2	0.000000	-1208.410
3	0.000000	-342.0200
4	11457.20	0.000000
5	4136.000	0.000000
6	770.0000	0.000000

Bulan April 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.872,80X_{11} + 1.454,78X_{12} + 3.668,31X_{14} + 9.809,28X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.170,70$$

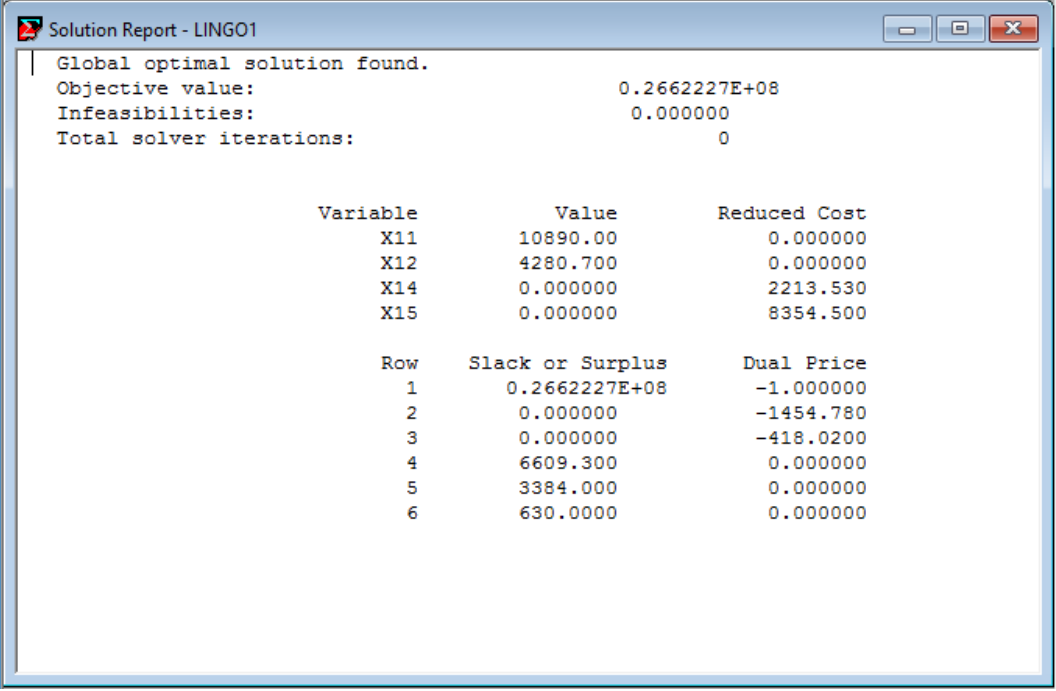
$$X_{11} = 10.890$$

$$X_{12} \leq 10.890$$

$$X_{14} \leq 3.384$$

$$X_{15} \leq 630$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.2662227E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        0
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	10890.00	0.000000
X12	4280.700	0.000000
X14	0.000000	2213.530
X15	0.000000	8354.500

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2662227E+08	-1.000000
2	0.000000	-1454.780
3	0.000000	-418.0200
4	6609.300	0.000000
5	3384.000	0.000000
6	630.0000	0.000000

Bulan Mei 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.319,28X_{11} + 1.319,28X_{12} + 3.301,48X_{14} + 8.828,35X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.178,60$$

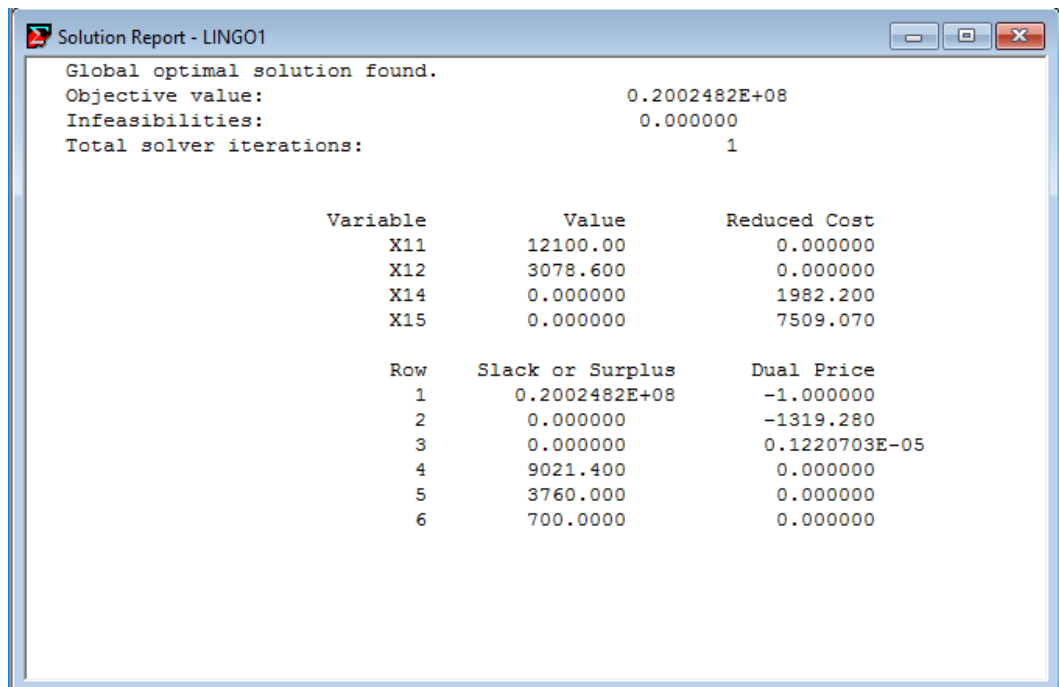
$$X_{11} = 12.100$$

$$X_{12} \leq 12.100$$

$$X_{14} \leq 3.760$$

$$X_{15} \leq 700$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.2002482E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	12100.00	0.000000
X12	3078.600	0.000000
X14	0.000000	1982.200
X15	0.000000	7509.070

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2002482E+08	-1.000000
2	0.000000	-1319.280
3	0.000000	0.1220703E-05
4	9021.400	0.000000
5	3760.000	0.000000
6	700.0000	0.000000

Bulan Juni 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 2.094,43X_{11} + 1.624,16X_{12} + 4.126,85X_{14} + 11.035,44X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.186,50$$

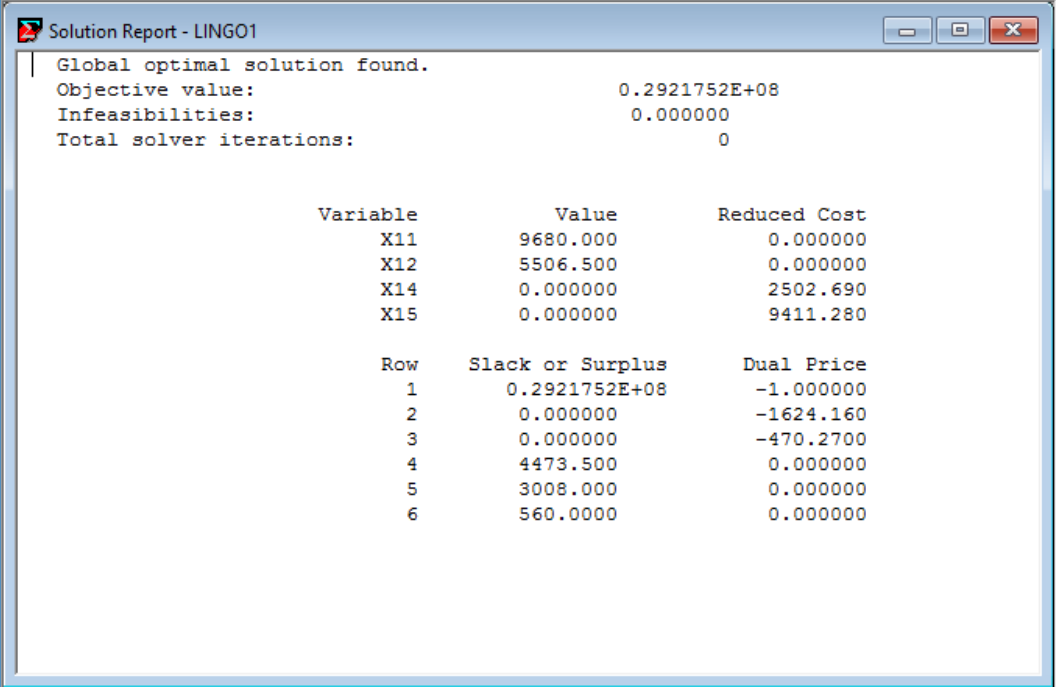
$$X_{11} = 9.680$$

$$X_{12} \leq 9.980$$

$$X_{14} \leq 3.008$$

$$X_{15} \leq 560$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.2921752E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        0
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	9680.000	0.000000
X12	5506.500	0.000000
X14	0.000000	2502.690
X15	0.000000	9411.280

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2921752E+08	-1.000000
2	0.000000	-1624.160
3	0.000000	-470.2700
4	4473.500	0.000000
5	3008.000	0.000000
6	560.0000	0.000000

Bulan Juli 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.619,51X_{11} + 1.261,21X_{12} + 3.144,26X_{14} + 8.407,95X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.194,40$$

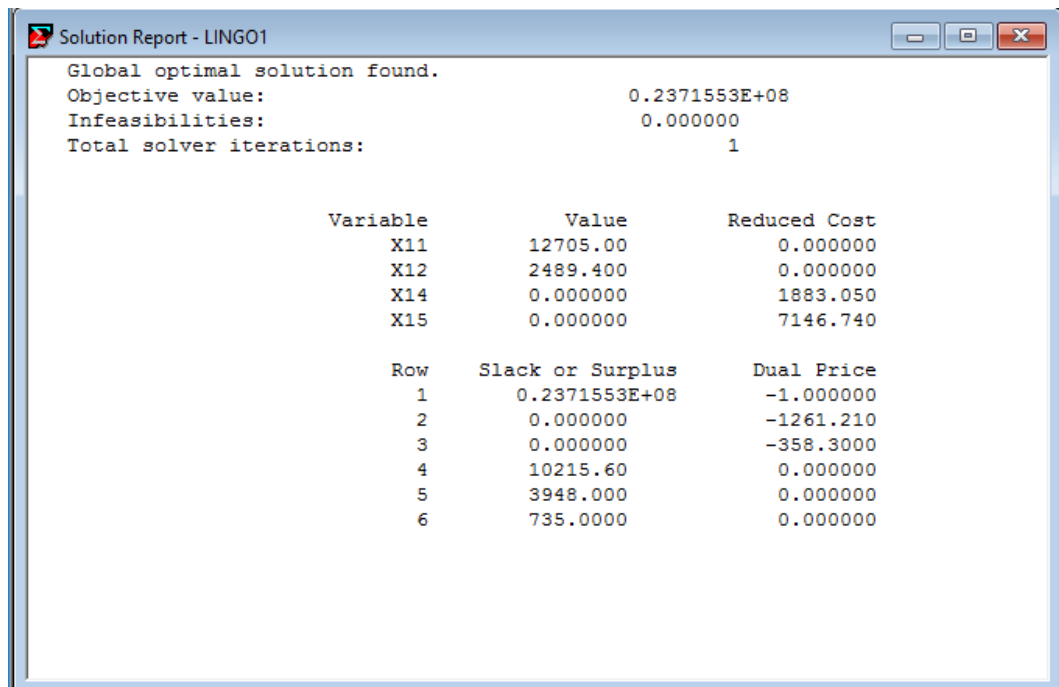
$$X_{11} = 12.705$$

$$X_{12} \leq 12.705$$

$$X_{14} \leq 3.948$$

$$X_{15} \leq 735$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.2371553E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	12705.00	0.000000
X12	2489.400	0.000000
X14	0.000000	1883.050
X15	0.000000	7146.740

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2371553E+08	-1.000000
2	0.000000	-1261.210
3	0.000000	-358.3000
4	10215.60	0.000000
5	3948.000	0.000000
6	735.0000	0.000000

Bulan Agustus 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.208,41X_{12} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.202,30$$

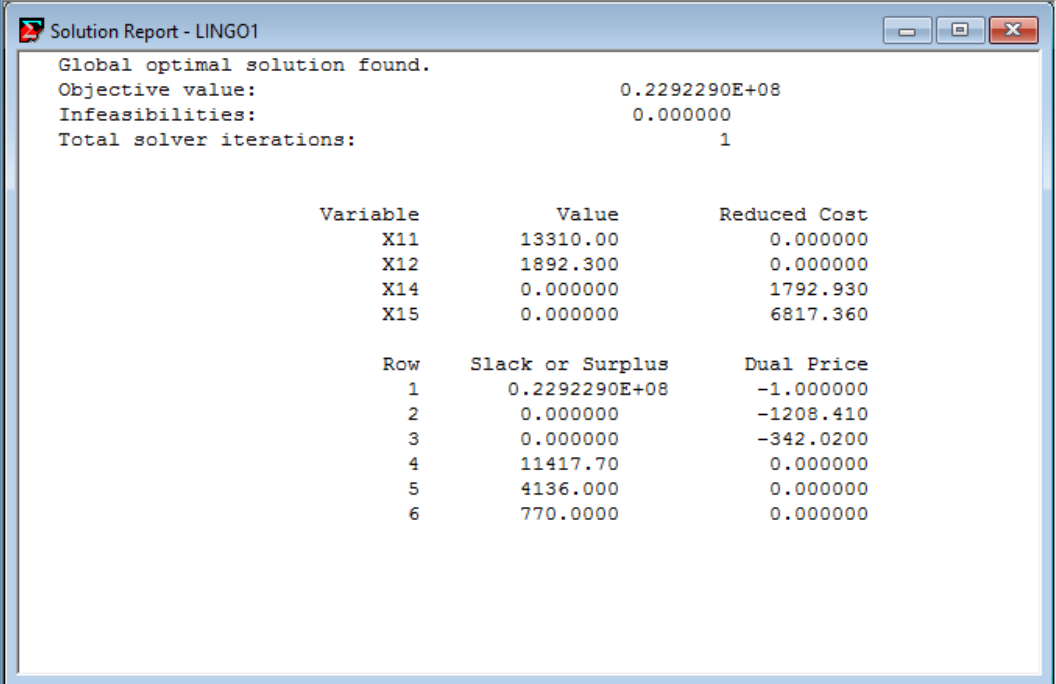
$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{12} \leq 13.310$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.2292290E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
X11	13310.00	0.000000
X12	1892.300	0.000000
X14	0.000000	1792.930
X15	0.000000	6817.360

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2292290E+08	-1.000000
2	0.000000	-1208.410
3	0.000000	-342.0200
4	11417.70	0.000000
5	4136.000	0.000000
6	770.0000	0.000000

Bulan September 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.779,48X_{11} + 1.383,46X_{12} + 3.475,24X_{14} + 9.293,00X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.210,20$$

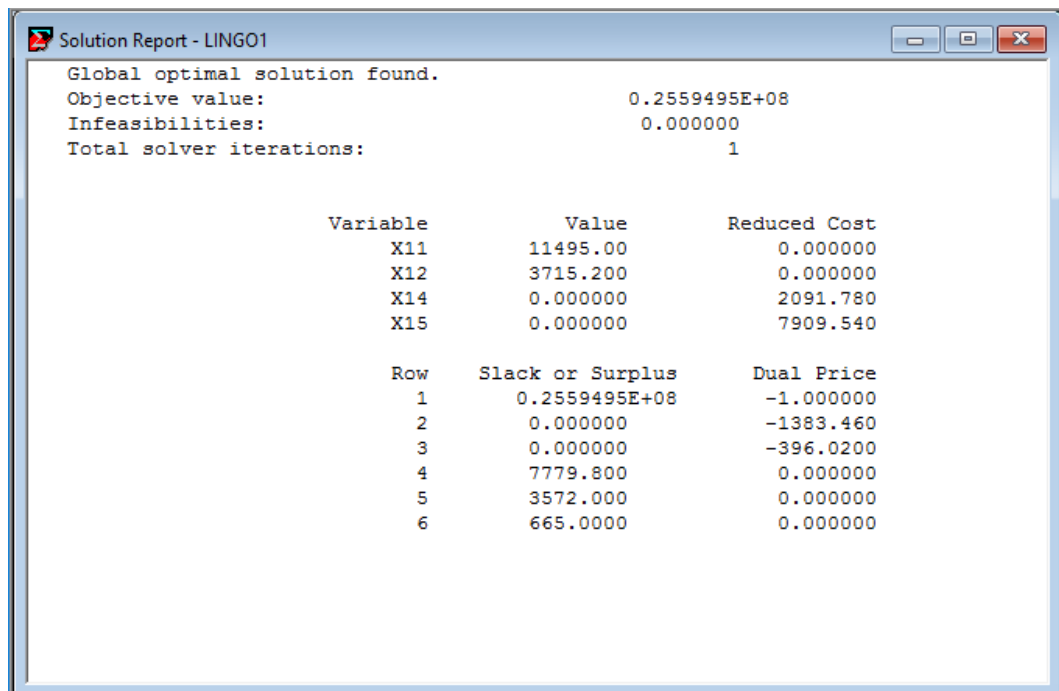
$$X_{11} = 11.495$$

$$X_{12} \leq 11.495$$

$$X_{14} \leq 3.572$$

$$X_{15} \leq 665$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.2559495E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	11495.00	0.000000
X12	3715.200	0.000000
X14	0.000000	2091.780
X15	0.000000	7909.540

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2559495E+08	-1.000000
2	0.000000	-1383.460
3	0.000000	-396.0200
4	7779.800	0.000000
5	3572.000	0.000000
6	665.0000	0.000000

Bulan Oktober 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.208,41X_{12} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.218,10$$

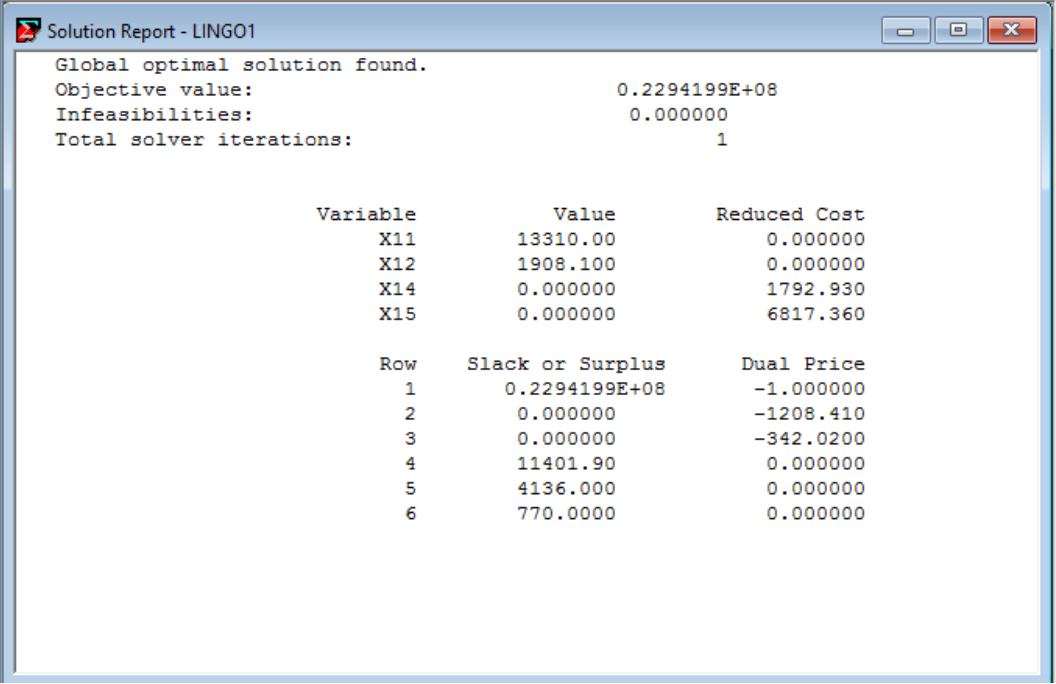
$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{12} \leq 13.310$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.2294199E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	13310.00	0.000000
X12	1908.100	0.000000
X14	0.000000	1792.930
X15	0.000000	6817.360

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2294199E+08	-1.000000
2	0.000000	-1208.410
3	0.000000	-342.0200
4	11401.90	0.000000
5	4136.000	0.000000
6	770.0000	0.000000

Bulan Nopember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.208,41X_{12} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.226,00$$

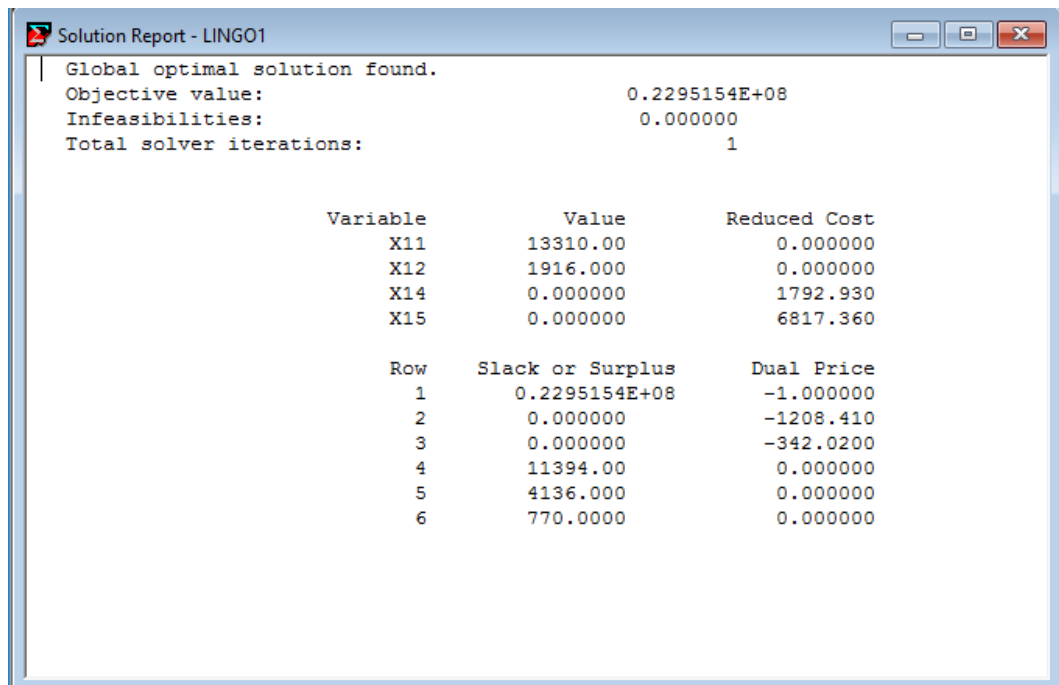
$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{12} \leq 13.310$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.2295154E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	13310.00	0.000000
X12	1916.000	0.000000
X14	0.000000	1792.930
X15	0.000000	6817.360

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2295154E+08	-1.000000
2	0.000000	-1208.410
3	0.000000	-342.0200
4	11394.00	0.000000
5	4136.000	0.000000
6	770.0000	0.000000

Bulan Desember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.872,80X_{11} + 1.454,78X_{12} + 3.668,31X_{14} + 9.809,28X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} \geq 15.234,00$$

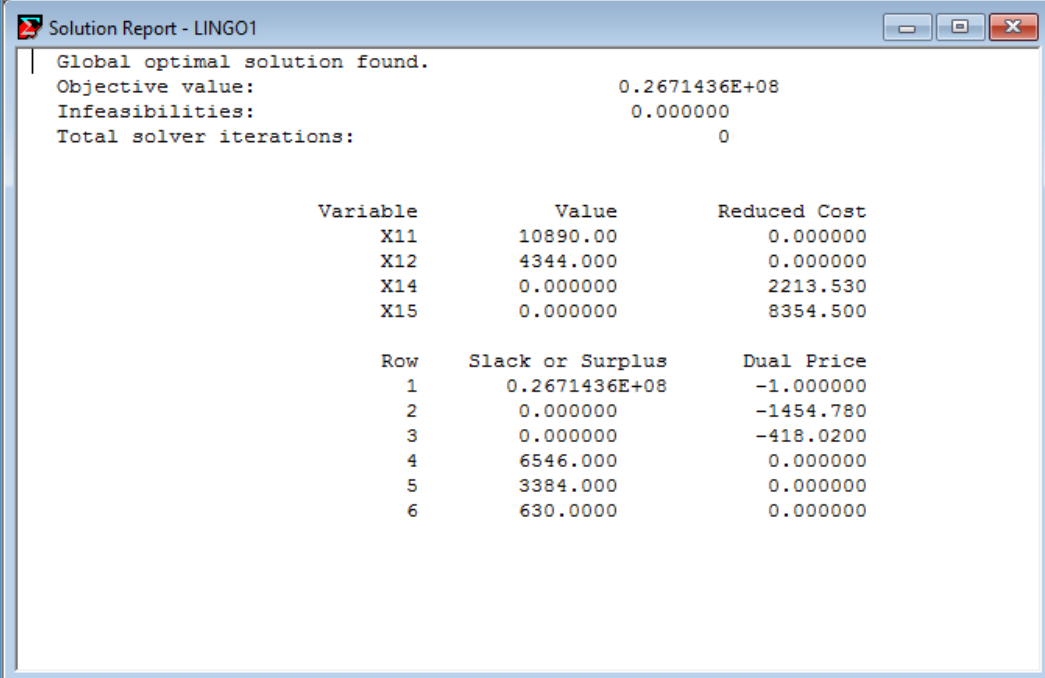
$$X_{11} = 10.890$$

$$X_{12} \leq 10.890$$

$$X_{14} \leq 3.384$$

$$X_{15} \leq 630$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.2671436E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        0
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	10890.00	0.000000
X12	4344.000	0.000000
X14	0.000000	2213.530
X15	0.000000	8354.500

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2671436E+08	-1.000000
2	0.000000	-1454.780
3	0.000000	-418.0200
4	6546.000	0.000000
5	3384.000	0.000000
6	630.0000	0.000000

SKENARIO 2

Reguler – Lembur – Sub Kontrak *InHouse* MCMO – Sub Kontrak *InHouse*
LAMIPAK

Bulan Januari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.619,51X_{11} + 1.777,84X_{13} + 3.144,26X_{14} + 8.407,95X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.147,00$$

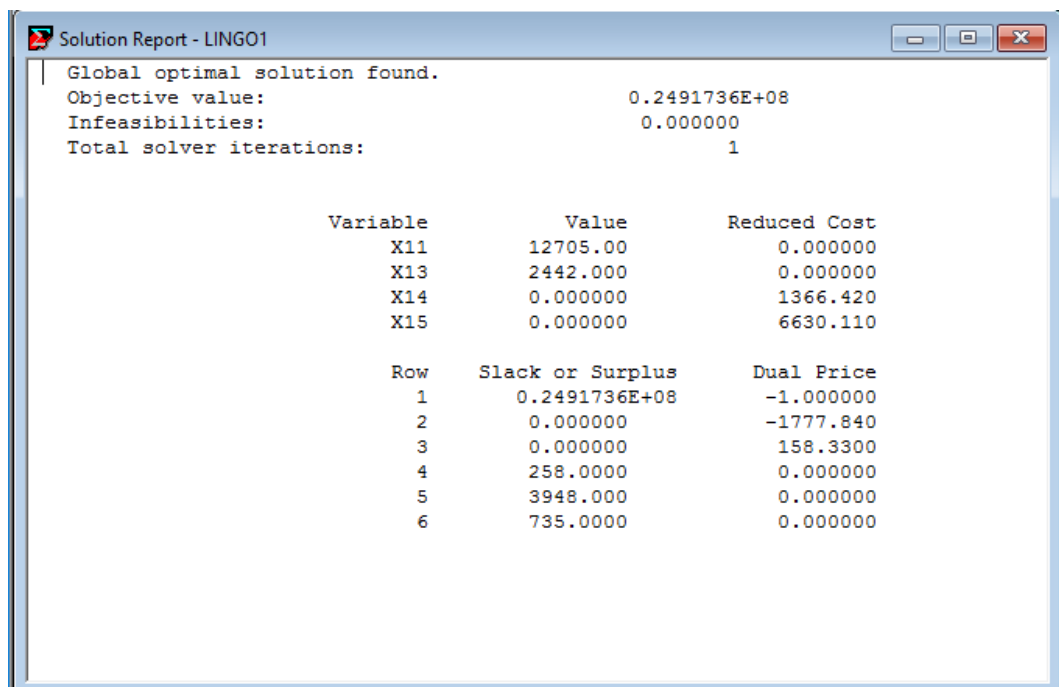
$$X_{11} = 12.705$$

$$X_{13} \leq 2.700$$

$$X_{14} \leq 3.948$$

$$X_{15} \leq 735$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.2491736E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	12705.00	0.000000
X13	2442.000	0.000000
X14	0.000000	1366.420
X15	0.000000	6630.110

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2491736E+08	-1.000000
2	0.000000	-1777.840
3	0.000000	158.3300
4	258.0000	0.000000
5	3948.000	0.000000
6	735.0000	0.000000

Bulan Pebruari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.779,48X_{11} + 1.770,08X_{13} + 3.475,24X_{14} + 9.293,00X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.154,90$$

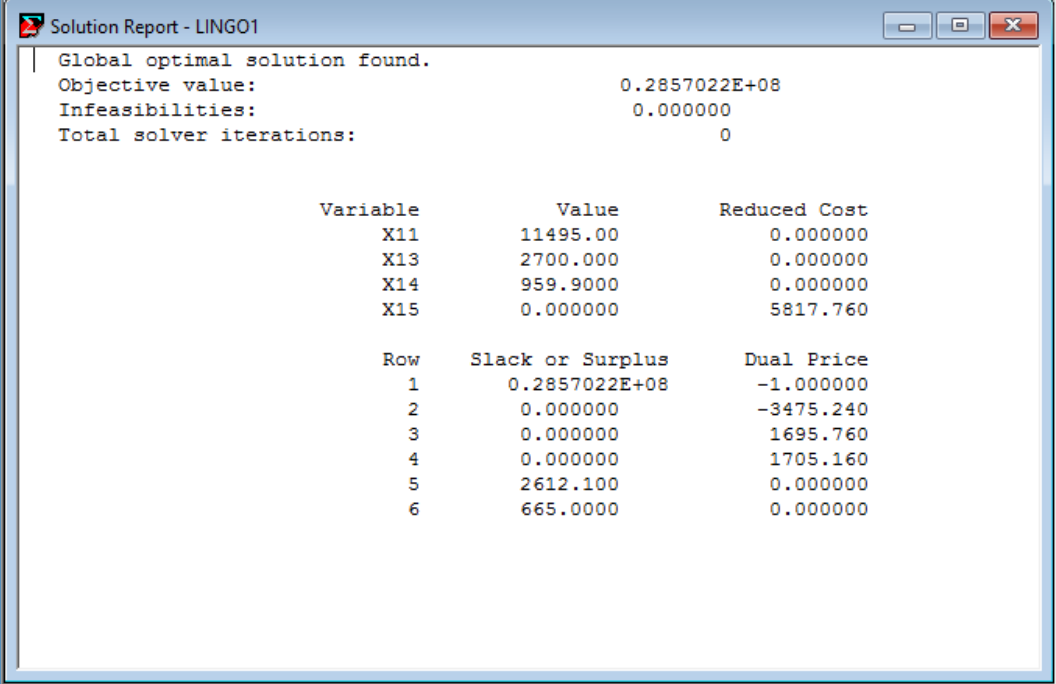
$$X_{11} = 11.495$$

$$X_{13} \leq 2.700$$

$$X_{14} \leq 3.572$$

$$X_{15} \leq 665$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.2857022E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        0
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	11495.00	0.000000
X13	2700.000	0.000000
X14	959.9000	0.000000
X15	0.000000	5817.760

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2857022E+08	-1.000000
2	0.000000	-3475.240
3	0.000000	1695.760
4	0.000000	1705.160
5	2612.100	0.000000
6	665.0000	0.000000

Bulan Maret 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.778,67X_{13} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.162,80$$

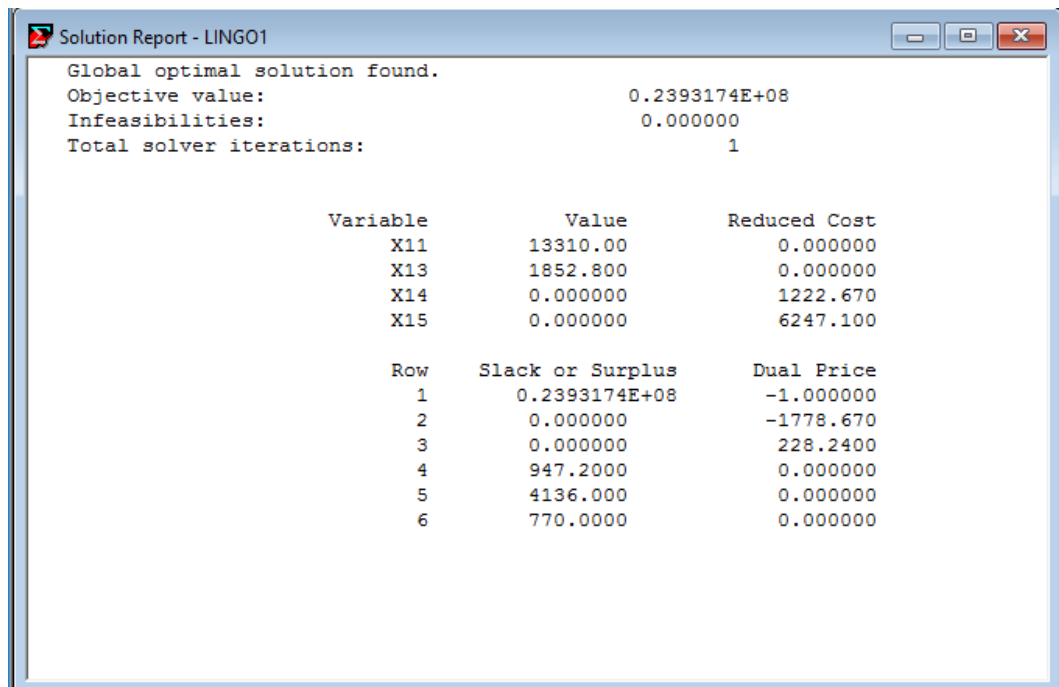
$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{13} \leq 2.800$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". It contains the following text:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.2393174E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
X11	13310.00	0.000000
X13	1852.800	0.000000
X14	0.000000	1222.670
X15	0.000000	6247.100

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2393174E+08	-1.000000
2	0.000000	-1778.670
3	0.000000	228.2400
4	947.2000	0.000000
5	4136.000	0.000000
6	770.0000	0.000000

Bulan April 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.872,80X_{11} + 1.768,89X_{13} + 3.668,31X_{14} + 9.809,28X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.170,70$$

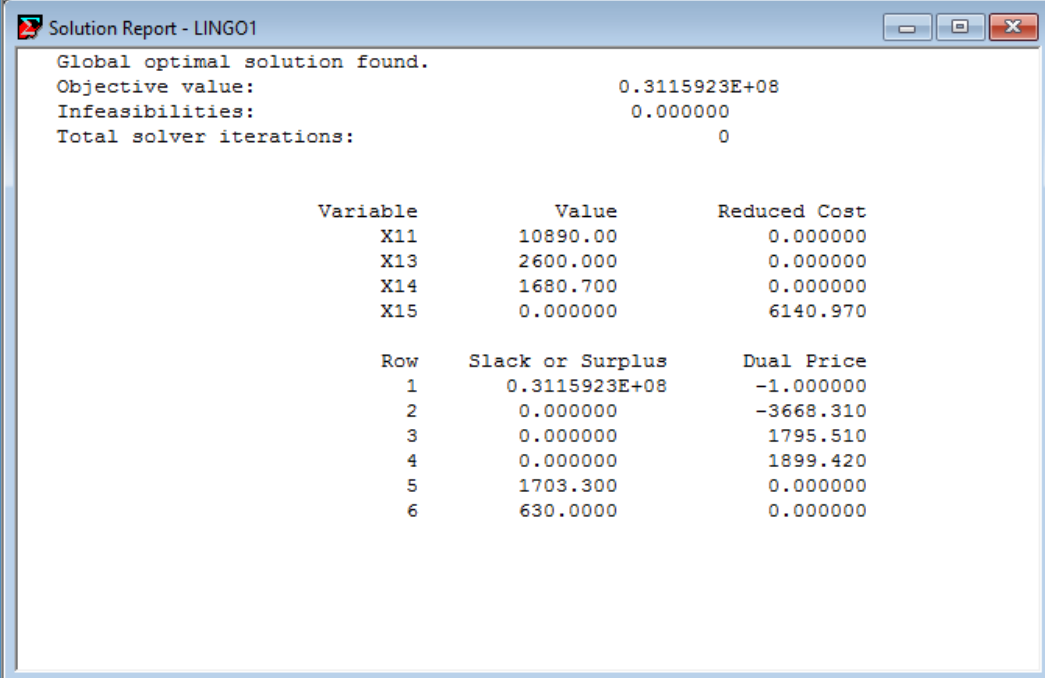
$$X_{11} = 10.890$$

$$X_{13} \leq 2.600$$

$$X_{14} \leq 3.384$$

$$X_{15} \leq 630$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.3115923E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        0
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	10890.00	0.000000
X13	2600.000	0.000000
X14	1680.700	0.000000
X15	0.000000	6140.970

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.3115923E+08	-1.000000
2	0.000000	-3668.310
3	0.000000	1795.510
4	0.000000	1899.420
5	1703.300	0.000000
6	630.0000	0.000000

Bulan Mei 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.319,28X_{11} + 1.771,19X_{13} + 3.301,48X_{14} + 8.828,35X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.178,60$$

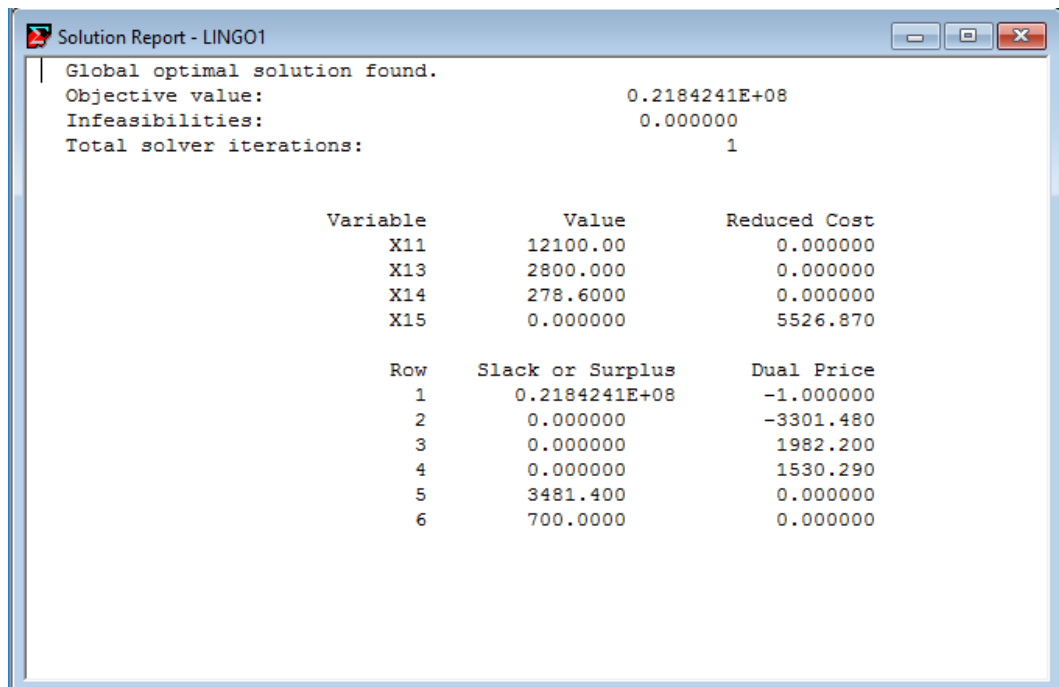
$$X_{11} = 12.100$$

$$X_{13} \leq 2.800$$

$$X_{14} \leq 3.760$$

$$X_{15} \leq 700$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window reports the following:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.2184241E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
X11	12100.00	0.000000
X13	2800.000	0.000000
X14	278.6000	0.000000
X15	0.000000	5526.870

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2184241E+08	-1.000000
2	0.000000	-3301.480
3	0.000000	1982.200
4	0.000000	1530.290
5	3481.400	0.000000
6	700.0000	0.000000

Bulan Juni 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 2.094,43X_{11} + 1.766,20X_{13} + 4.126,85X_{14} + 11.035,44X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.186,50$$

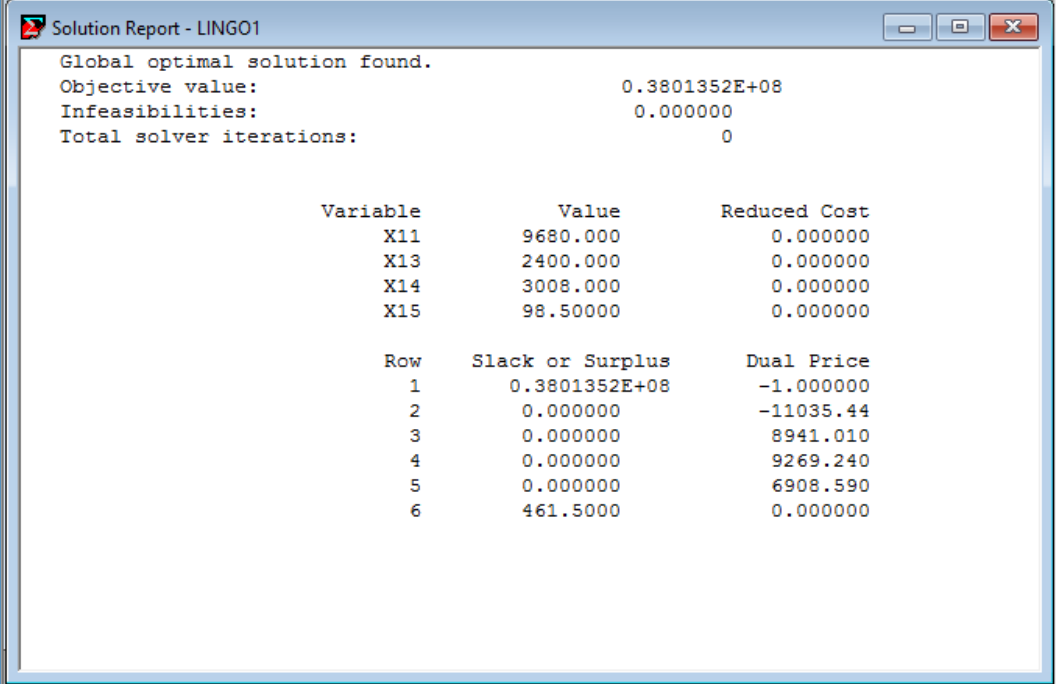
$$X_{11} = 9.680$$

$$X_{13} \leq 2.400$$

$$X_{14} \leq 3.008$$

$$X_{15} \leq 560$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.3801352E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X11	9680.000	0.000000
X13	2400.000	0.000000
X14	3008.000	0.000000
X15	98.50000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.3801352E+08	-1.000000
2	0.000000	-11035.44
3	0.000000	8941.010
4	0.000000	9269.240
5	0.000000	6908.590
6	461.5000	0.000000

Bulan Juli 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.619,51X_{11} + 1.777,84X_{13} + 3.144,26X_{14} + 8.407,95X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.194,40$$

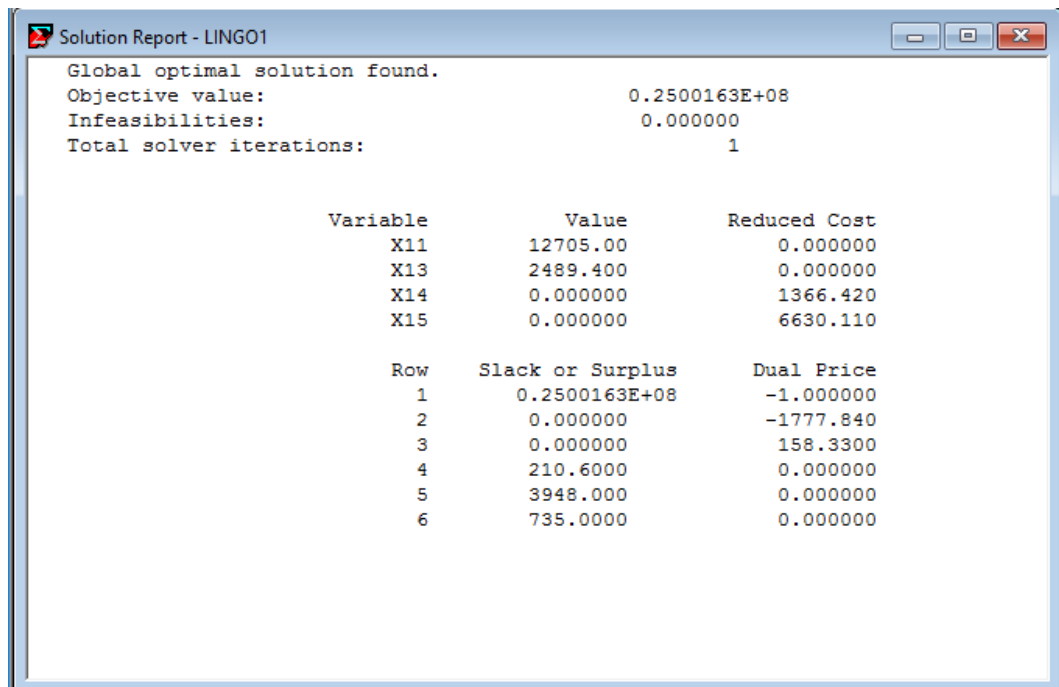
$$X_{11} = 12.705$$

$$X_{13} \leq 2.700$$

$$X_{14} \leq 3.948$$

$$X_{15} \leq 735$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". It contains the following text:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.2500163E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
X11	12705.00	0.000000
X13	2489.400	0.000000
X14	0.000000	1366.420
X15	0.000000	6630.110

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2500163E+08	-1.000000
2	0.000000	-1777.840
3	0.000000	158.3300
4	210.6000	0.000000
5	3948.000	0.000000
6	735.0000	0.000000

Bulan Agustus 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.778,67X_{13} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.202,30$$

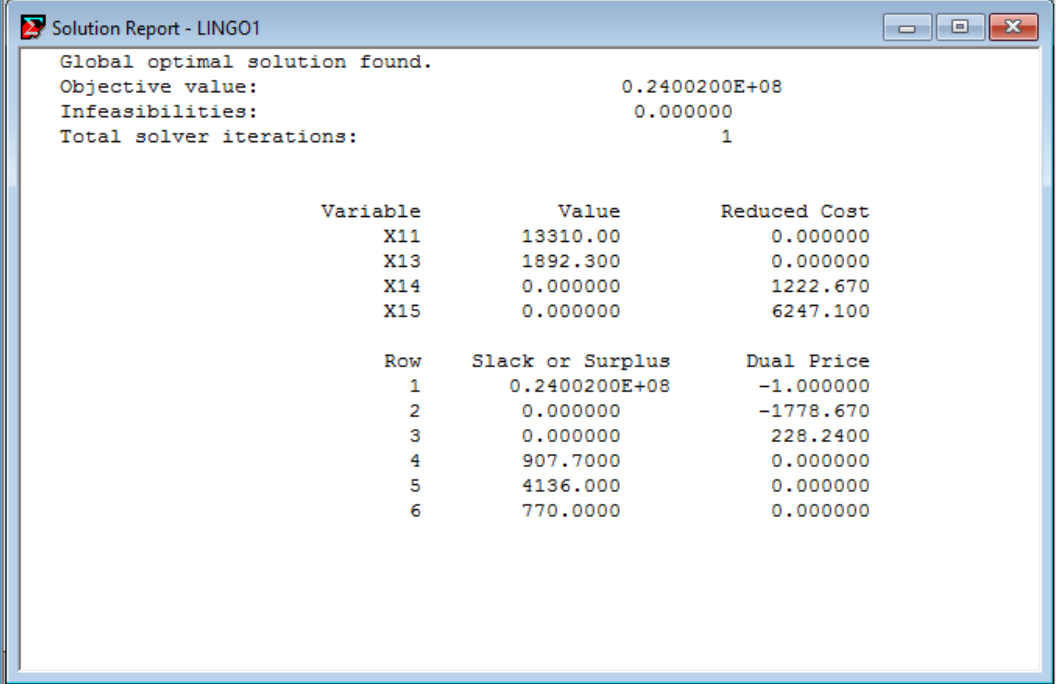
$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{13} \leq 2.800$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.2400200E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
X11	13310.00	0.000000
X13	1892.300	0.000000
X14	0.000000	1222.670
X15	0.000000	6247.100

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2400200E+08	-1.000000
2	0.000000	-1778.670
3	0.000000	228.2400
4	907.7000	0.000000
5	4136.000	0.000000
6	770.0000	0.000000

Bulan September 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.779,48X_{11} + 1.770,08X_{13} + 3.475,24X_{14} + 9.293,00X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.210,20$$

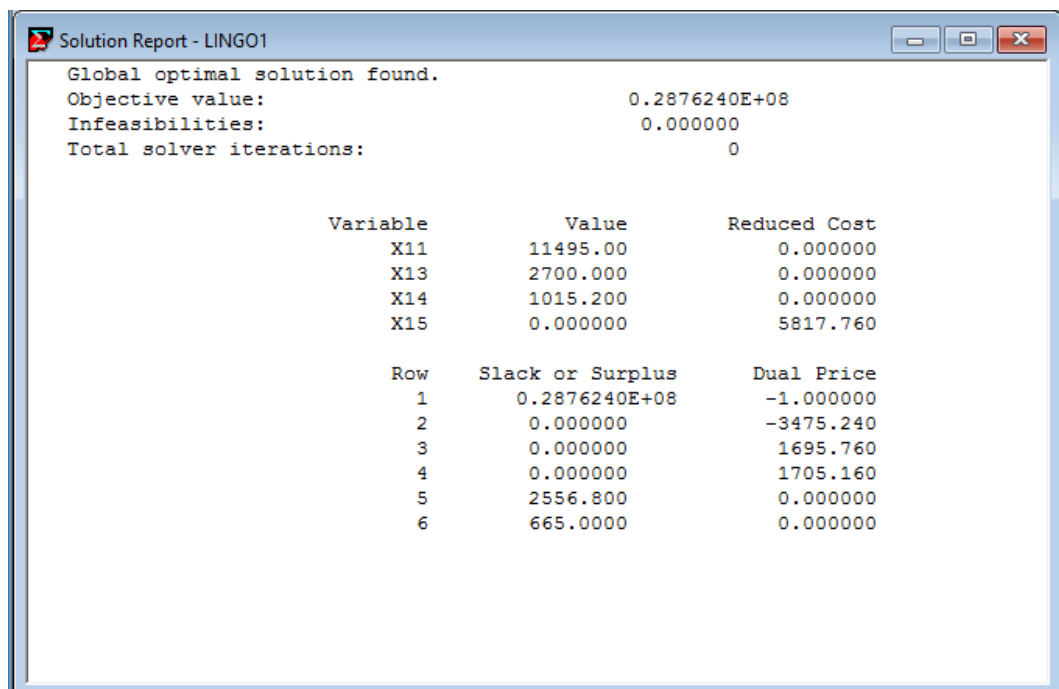
$$X_{11} = 11.495$$

$$X_{13} \leq 2.700$$

$$X_{14} \leq 3.572$$

$$X_{15} \leq 665$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". It contains the following text:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.2876240E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X11	11495.00	0.000000
X13	2700.000	0.000000
X14	1015.200	0.000000
X15	0.000000	5817.760

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2876240E+08	-1.000000
2	0.000000	-3475.240
3	0.000000	1695.760
4	0.000000	1705.160
5	2556.800	0.000000
6	665.0000	0.000000

Bulan Oktober 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.778,67X_{13} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.218,10$$

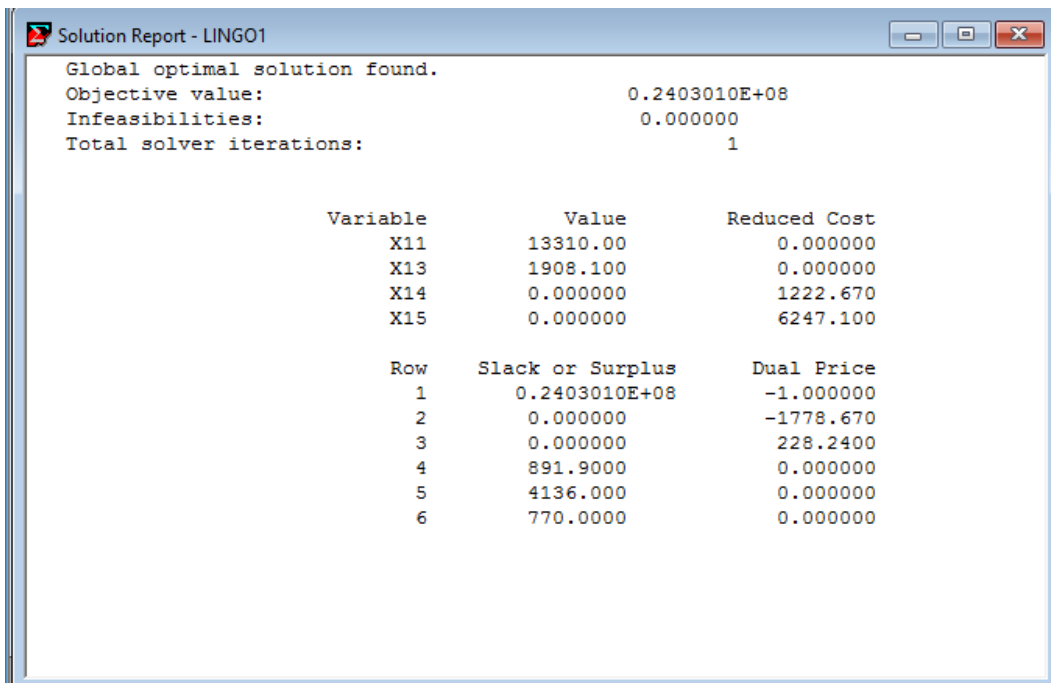
$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{13} \leq 2.800$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Solusi:



The screenshot shows the 'Solution Report - LINGO1' window. It displays the following information:

- Global optimal solution found.
- Objective value: 0.2403010E+08
- Infeasibilities: 0.000000
- Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
X11	13310.00	0.000000
X13	1908.100	0.000000
X14	0.000000	1222.670
X15	0.000000	6247.100

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2403010E+08	-1.000000
2	0.000000	-1778.670
3	0.000000	228.2400
4	891.9000	0.000000
5	4136.000	0.000000
6	770.0000	0.000000

Bulan Nopember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.550,43X_{11} + 1.778,67X_{13} + 3.001,34X_{14} + 8.025,77X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.226,00$$

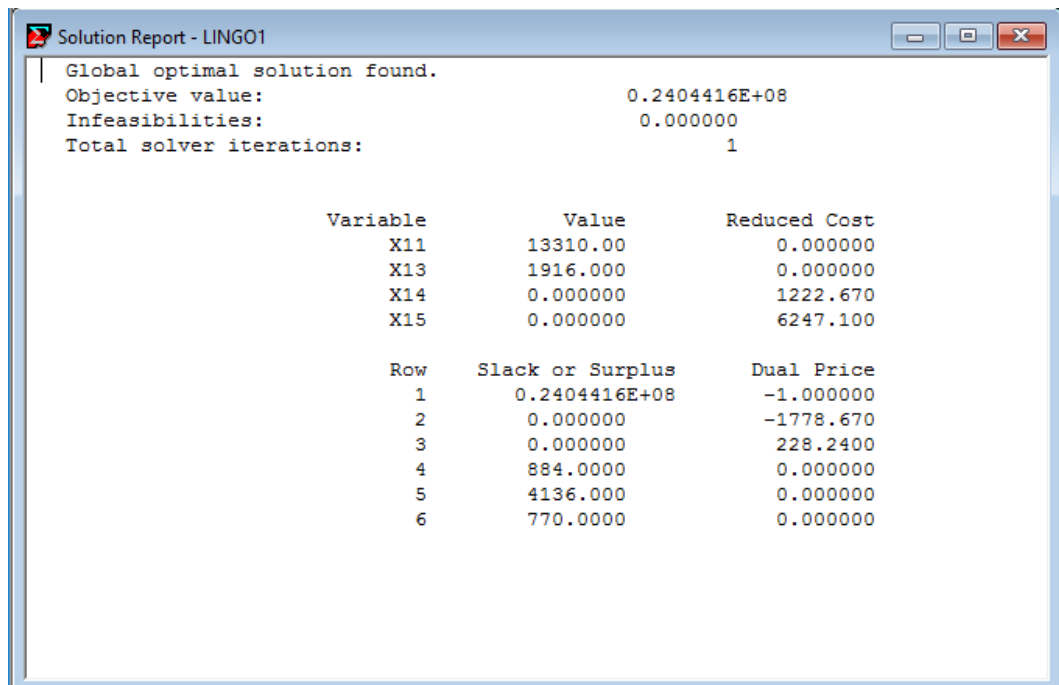
$$X_{11} = 13.310$$

$$X_{13} \leq 2.800$$

$$X_{14} \leq 4.136$$

$$X_{15} \leq 770$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.2404416E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	13310.00	0.000000
X13	1916.000	0.000000
X14	0.000000	1222.670
X15	0.000000	6247.100

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2404416E+08	-1.000000
2	0.000000	-1778.670
3	0.000000	228.2400
4	884.0000	0.000000
5	4136.000	0.000000
6	770.0000	0.000000

Bulan Desember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 1.872,80X_{11} + 1.768,89X_{13} + 3.668,31X_{14} + 9.809,28X_{15}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{11} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \geq 15.234,00$$

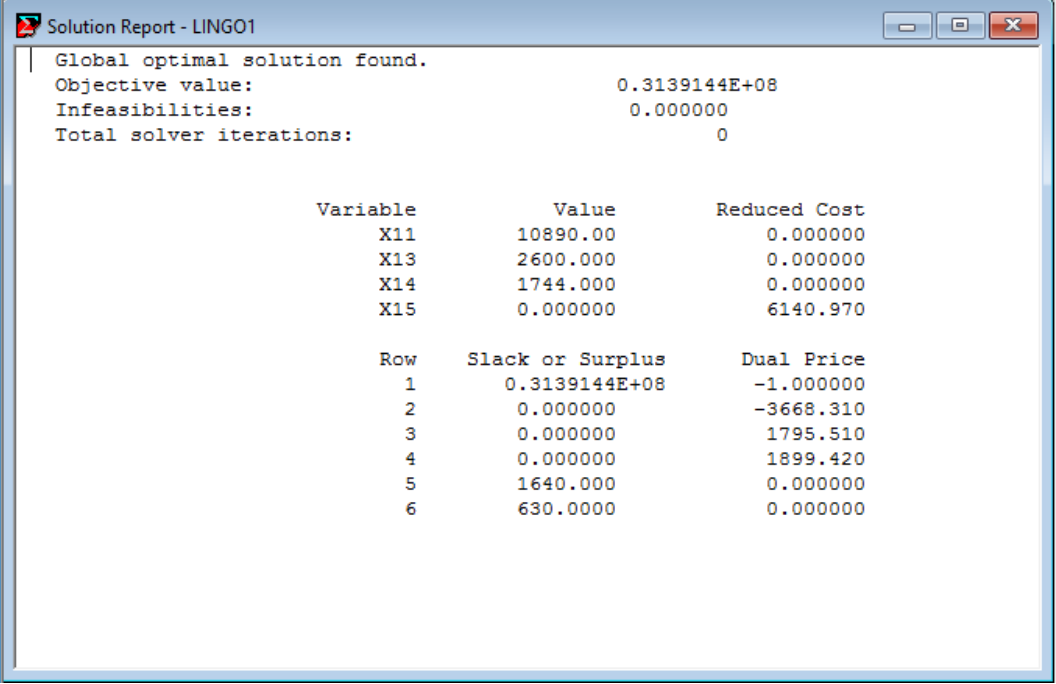
$$X_{11} = 10.890$$

$$X_{13} \leq 2.600$$

$$X_{14} \leq 3.384$$

$$X_{15} \leq 630$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.3139144E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        0
```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	10890.00	0.000000
X13	2600.000	0.000000
X14	1744.000	0.000000
X15	0.000000	6140.970

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.3139144E+08	-1.000000
2	0.000000	-3668.310
3	0.000000	1795.510
4	0.000000	1899.420
5	1640.000	0.000000
6	630.0000	0.000000

Tinta Cair

SKENARIO 1

Reguler – *Shift* Kedua – Sub Kontrak *InHouse* GG Kediri – Sub Kontrak *InHouse* GG Waru

Bulan Januari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 610,19X_{21} + 227,23X_{22} + 1.127,54X_{24} + 980,93X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 70.874,70$$

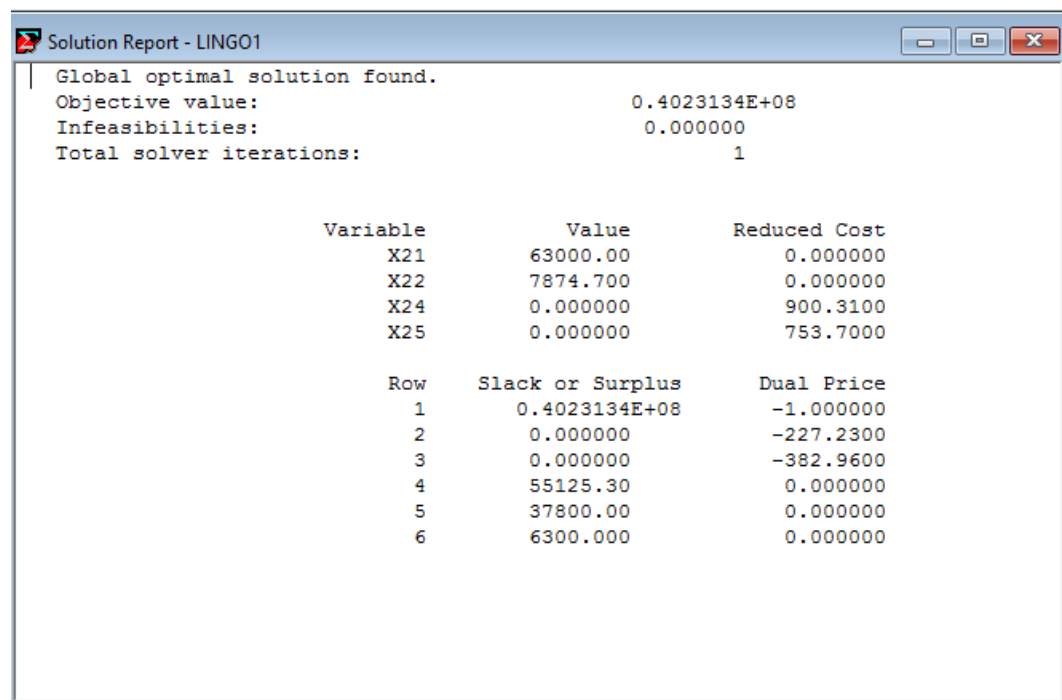
$$X_{21} = 63.000$$

$$X_{22} \leq 63.000$$

$$X_{24} \leq 37.800$$

$$X_{25} \leq 6.300$$

Solusi:



The screenshot shows the 'Solution Report - LINGO1' window. It displays the following information:

- Global optimal solution found.
- Objective value: 0.4023134E+08
- Infeasibilities: 0.000000
- Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
X21	63000.00	0.000000
X22	7874.700	0.000000
X24	0.000000	900.3100
X25	0.000000	753.7000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4023134E+08	-1.000000
2	0.000000	-227.2300
3	0.000000	-382.9600
4	55125.30	0.000000
5	37800.00	0.000000
6	6300.000	0.000000

Bulan Pebruari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 667,12X_{21} + 243,67X_{22} + 1.246,23X_{24} + 1.084,18X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 70.907,10$$

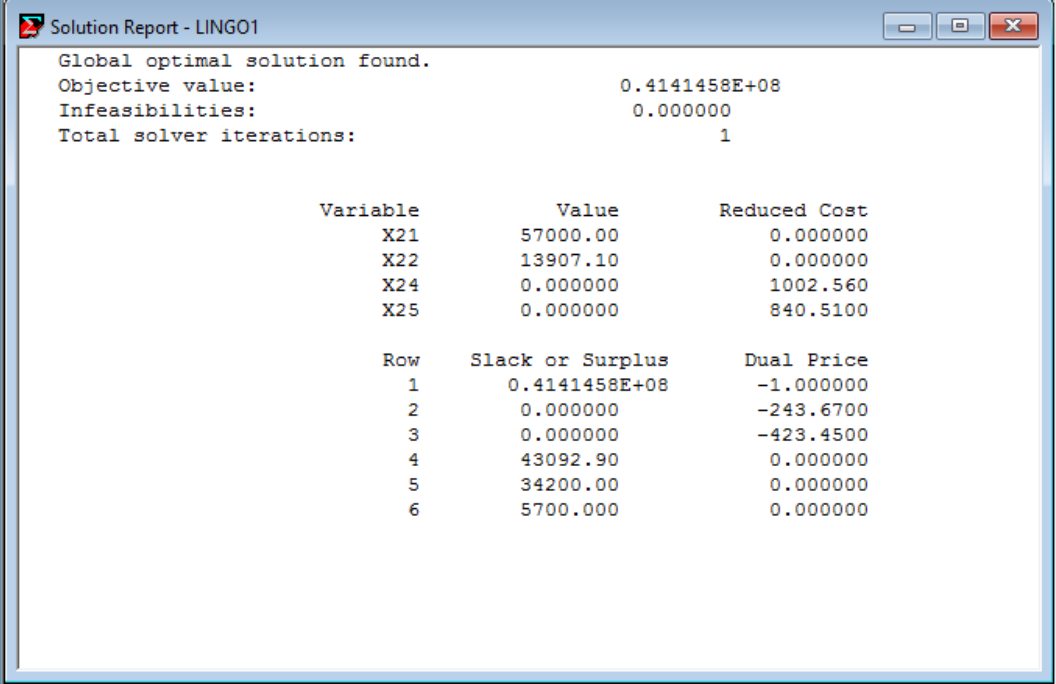
$$X_{21} = 57.000$$

$$X_{22} \leq 57.000$$

$$X_{24} \leq 34.200$$

$$X_{25} \leq 5.700$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.4141458E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	57000.00	0.000000
X22	13907.10	0.000000
X24	0.000000	1002.560
X25	0.000000	840.5100

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4141458E+08	-1.000000
2	0.000000	-243.6700
3	0.000000	-423.4500
4	43092.90	0.000000
5	34200.00	0.000000
6	5700.000	0.000000

Bulan Maret 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 220,13X_{22} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 70.939,50$$

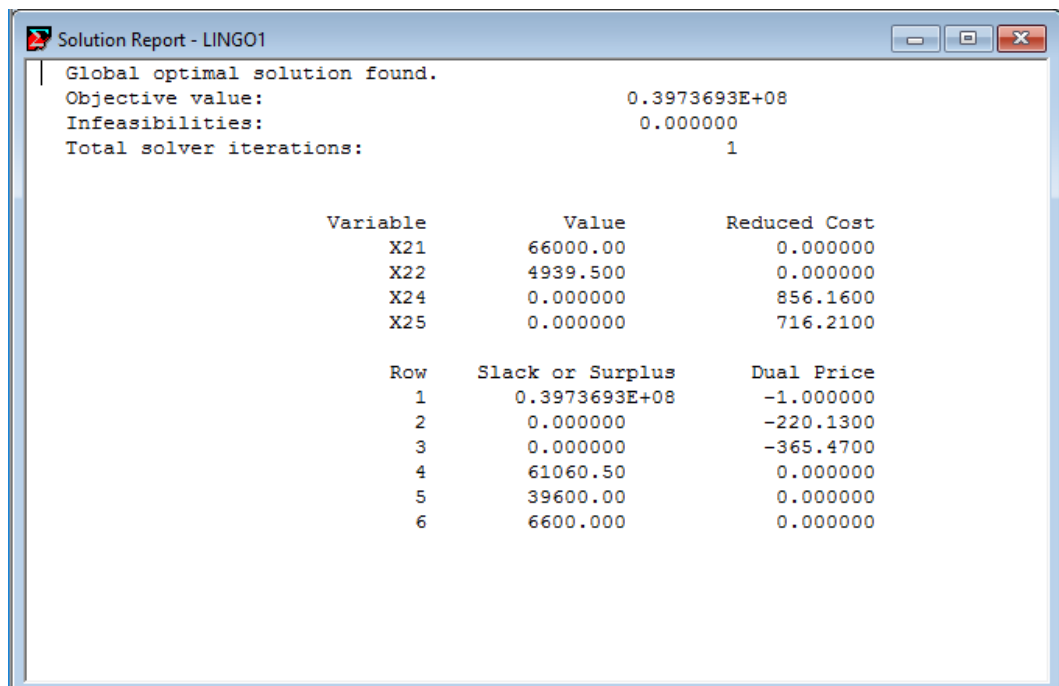
$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{22} \leq 66.000$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.3973693E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	66000.00	0.000000
X22	4939.500	0.000000
X24	0.000000	856.1600
X25	0.000000	716.2100

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.3973693E+08	-1.000000
2	0.000000	-220.1300
3	0.000000	-365.4700
4	61060.50	0.000000
5	39600.00	0.000000
6	6600.000	0.000000

Bulan April 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 700,33X_{21} + 253,25X_{22} + 1.315,46X_{24} + 1.144,42X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 70.972,00$$

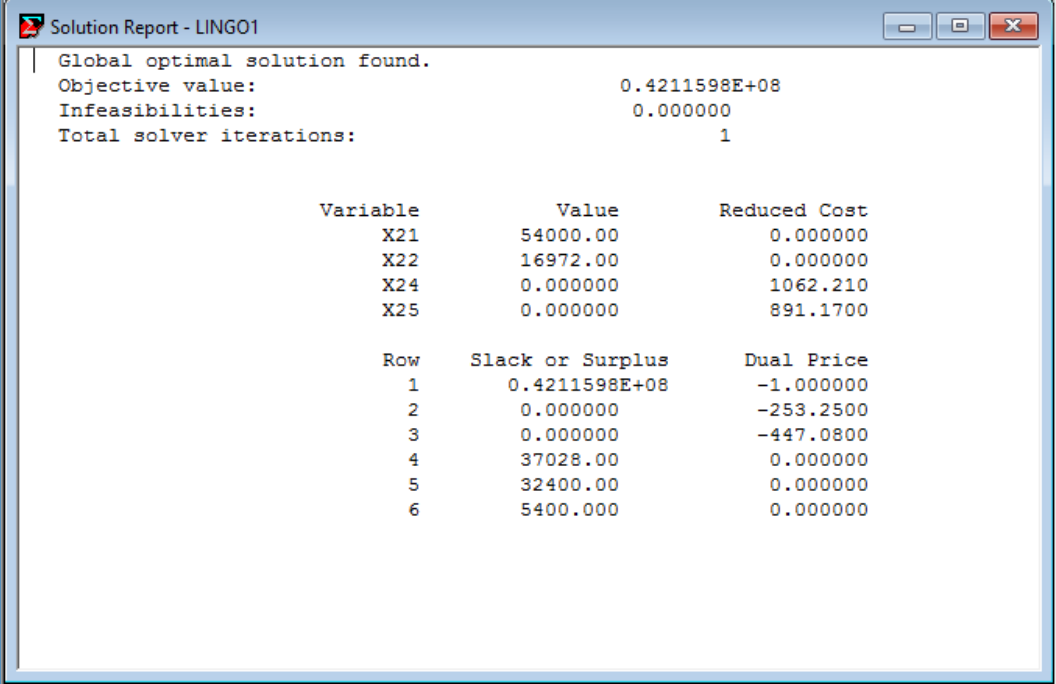
$$X_{21} = 54.000$$

$$X_{22} \leq 54.000$$

$$X_{24} \leq 32.400$$

$$X_{25} \leq 5.400$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.4211598E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	54000.00	0.000000
X22	16972.00	0.000000
X24	0.000000	1062.210
X25	0.000000	891.1700

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4211598E+08	-1.000000
2	0.000000	-253.2500
3	0.000000	-447.0800
4	37028.00	0.000000
5	32400.00	0.000000
6	5400.000	0.000000

Bulan Mei 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 637,23X_{21} + 235,04X_{22} + 1.183,92X_{24} + 1.029,97X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.004,40$$

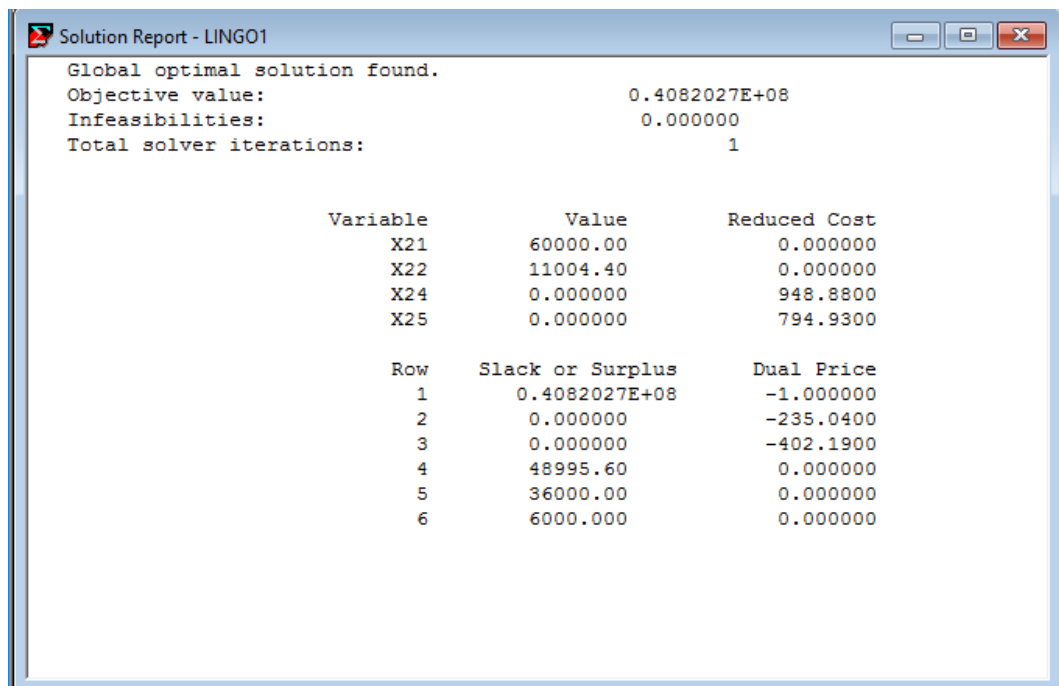
$$X_{21} = 60.000$$

$$X_{22} \leq 60.000$$

$$X_{24} \leq 36.000$$

$$X_{25} \leq 6.000$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window reports the following:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.4082027E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
X21	60000.00	0.000000
X22	11004.40	0.000000
X24	0.000000	948.8800
X25	0.000000	794.9300

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4082027E+08	-1.000000
2	0.000000	-235.0400
3	0.000000	-402.1900
4	48995.60	0.000000
5	36000.00	0.000000
6	6000.000	0.000000

Bulan Juni 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 779,21X_{21} + 276,03X_{22} + 1.479,89X_{24} + 1.287,47X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.036,90$$

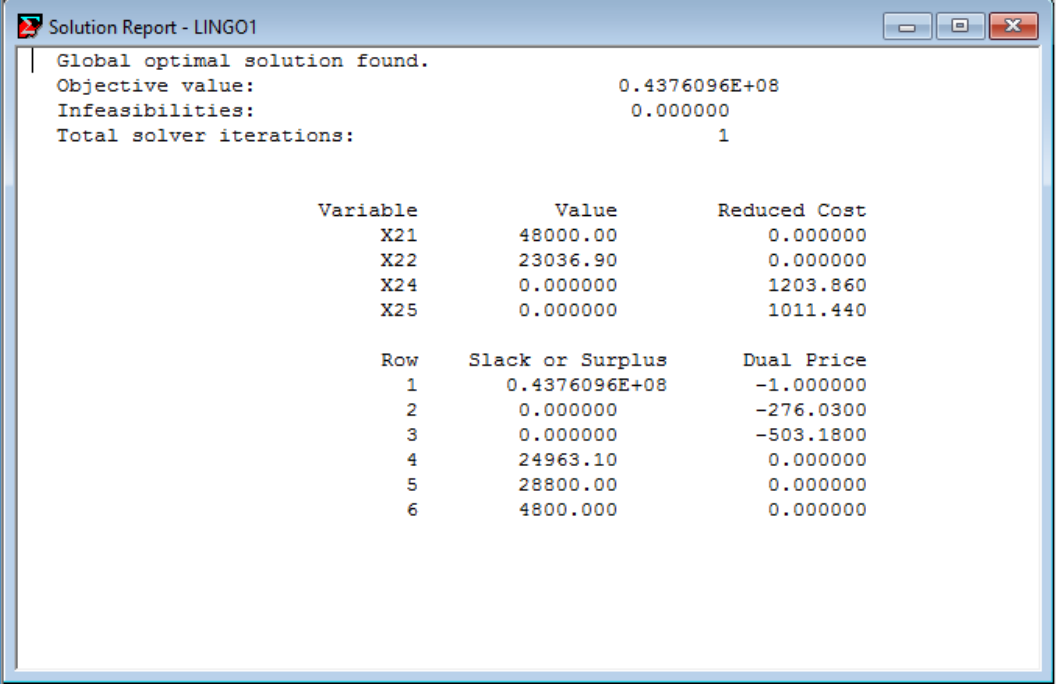
$$X_{21} = 48.000$$

$$X_{22} \leq 48.000$$

$$X_{24} \leq 28.800$$

$$X_{25} \leq 4.800$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.4376096E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	48000.00	0.000000
X22	23036.90	0.000000
X24	0.000000	1203.860
X25	0.000000	1011.440

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4376096E+08	-1.000000
2	0.000000	-276.0300
3	0.000000	-503.1800
4	24963.10	0.000000
5	28800.00	0.000000
6	4800.000	0.000000

Bulan Juli 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 610,19X_{21} + 227,23X_{22} + 1.127,54X_{24} + 980,93X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.069,40$$

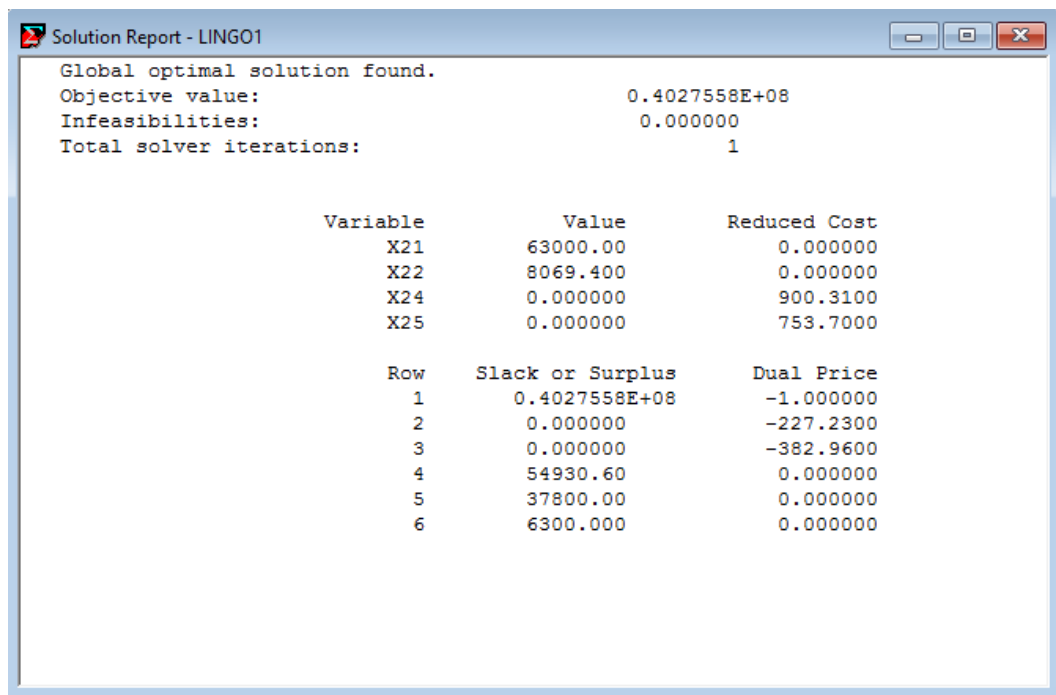
$$X_{21} = 63.000$$

$$X_{22} \leq 63.000$$

$$X_{24} \leq 37.800$$

$$X_{25} \leq 6.300$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window reads:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.4027558E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
X21	63000.00	0.000000
X22	8069.400	0.000000
X24	0.000000	900.3100
X25	0.000000	753.7000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4027558E+08	-1.000000
2	0.000000	-227.2300
3	0.000000	-382.9600
4	54930.60	0.000000
5	37800.00	0.000000
6	6300.000	0.000000

Bulan Agustus 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 220,13X_{22} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.101,90$$

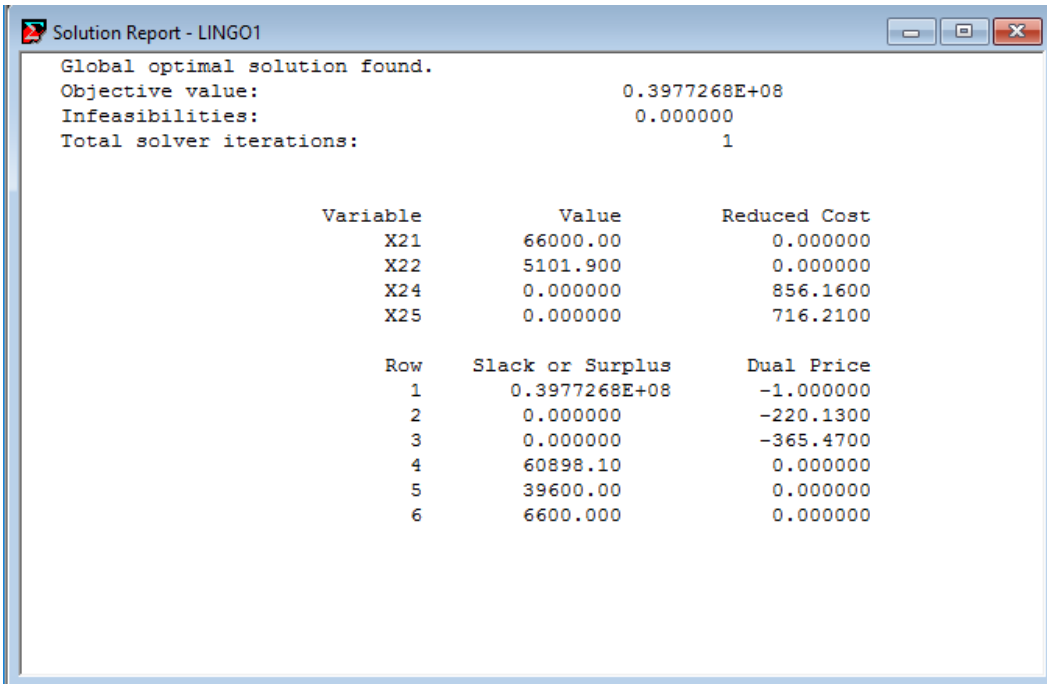
$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{22} \leq 66.000$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.3977268E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	66000.00	0.000000
X22	5101.900	0.000000
X24	0.000000	856.1600
X25	0.000000	716.2100

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.3977268E+08	-1.000000
2	0.000000	-220.1300
3	0.000000	-365.4700
4	60898.10	0.000000
5	39600.00	0.000000
6	6600.000	0.000000

Bulan September 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 667,12X_{21} + 243,67X_{22} + 1.246,23X_{24} + 1.084,18X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.134,40$$

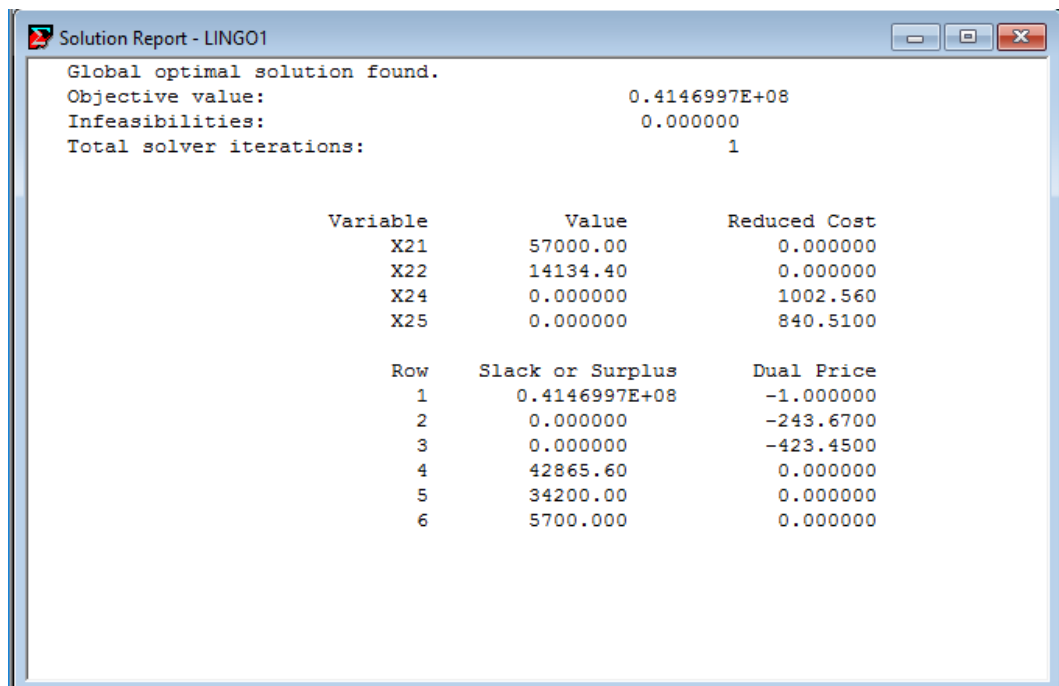
$$X_{21} = 57.000$$

$$X_{22} \leq 57.000$$

$$X_{24} \leq 34.200$$

$$X_{25} \leq 5.700$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window reports the following:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.4146997E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
X21	57000.00	0.000000
X22	14134.40	0.000000
X24	0.000000	1002.560
X25	0.000000	840.5100

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4146997E+08	-1.000000
2	0.000000	-243.6700
3	0.000000	-423.4500
4	42865.60	0.000000
5	34200.00	0.000000
6	5700.000	0.000000

Bulan Oktober 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 220,13X_{22} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.166,90$$

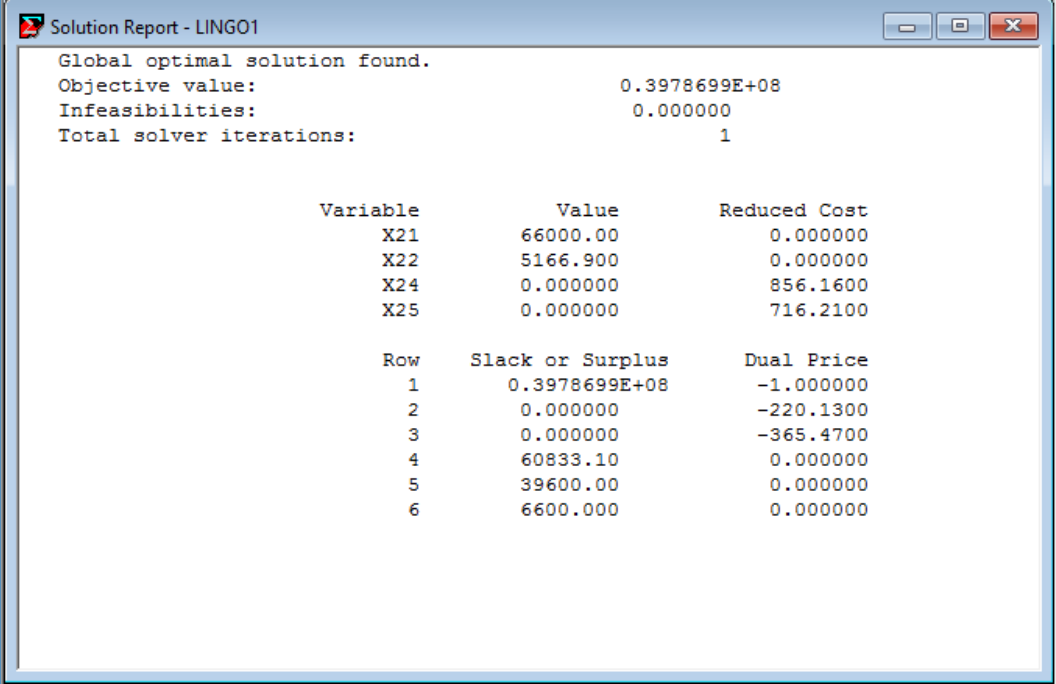
$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{22} \leq 66.000$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.3978699E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:       1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	66000.00	0.000000
X22	5166.900	0.000000
X24	0.000000	856.1600
X25	0.000000	716.2100

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.3978699E+08	-1.000000
2	0.000000	-220.1300
3	0.000000	-365.4700
4	60833.10	0.000000
5	39600.00	0.000000
6	6600.000	0.000000

Bulan Nopember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 220,13X_{22} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.199,40$$

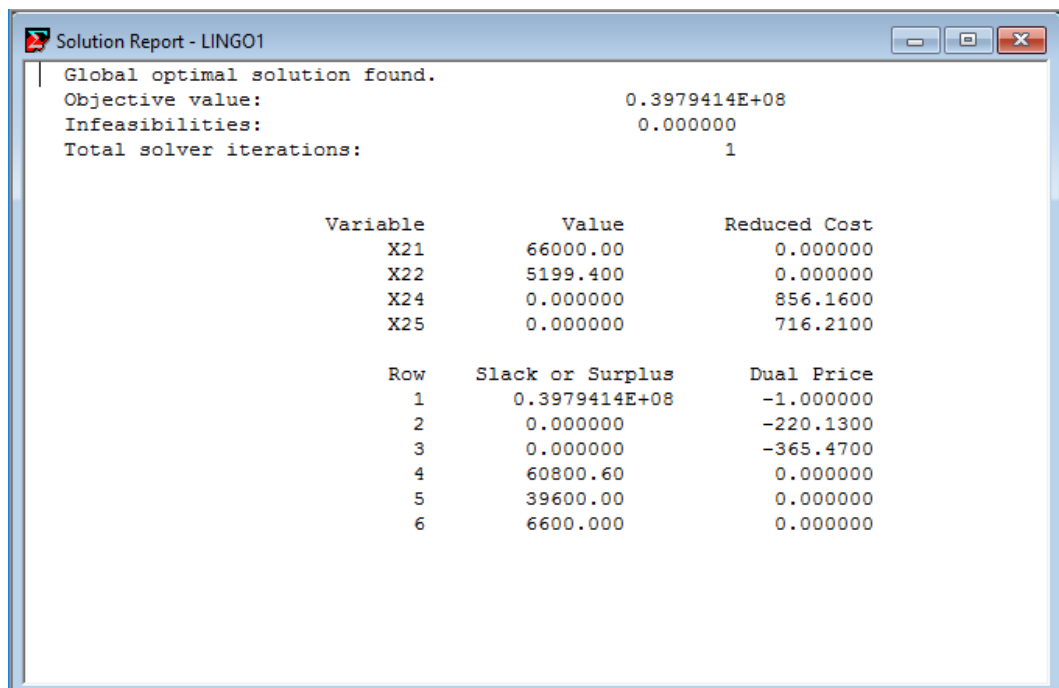
$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{22} \leq 66.000$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.3979414E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	66000.00	0.000000
X22	5199.400	0.000000
X24	0.000000	856.1600
X25	0.000000	716.2100

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.3979414E+08	-1.000000
2	0.000000	-220.1300
3	0.000000	-365.4700
4	60800.60	0.000000
5	39600.00	0.000000
6	6600.000	0.000000

Bulan Desember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 700,33X_{21} + 253,25X_{22} + 1.315,46X_{24} + 1.144,42X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 71.232,00$$

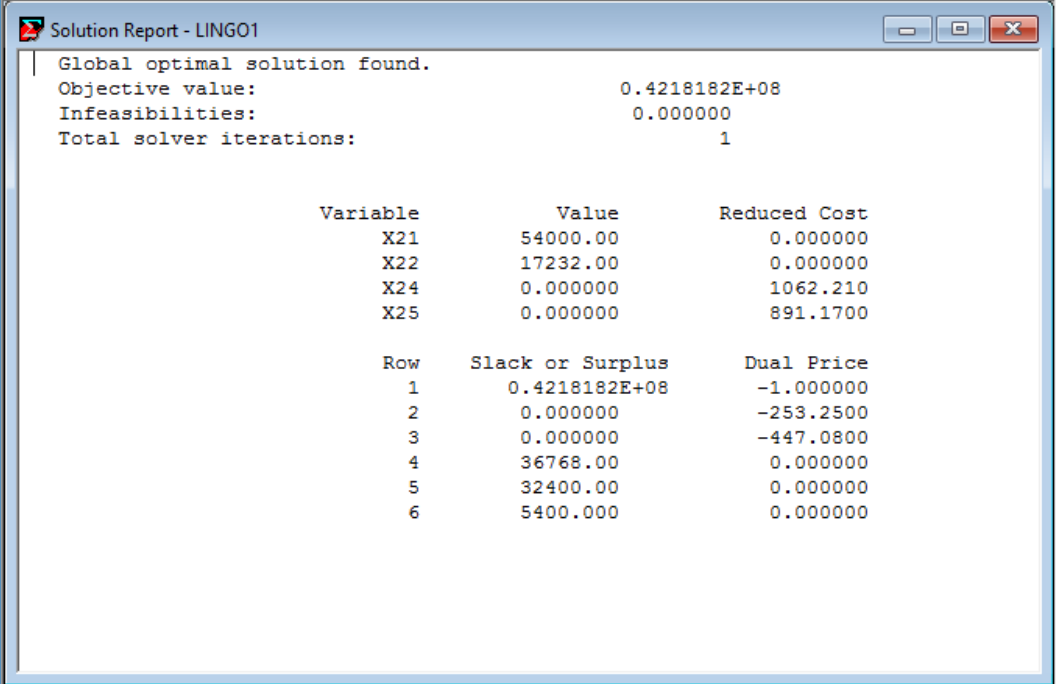
$$X_{21} = 54.000$$

$$X_{22} \leq 54.000$$

$$X_{24} \leq 32.400$$

$$X_{25} \leq 5.400$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.4218182E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	54000.00	0.000000
X22	17232.00	0.000000
X24	0.000000	1062.210
X25	0.000000	891.1700

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4218182E+08	-1.000000
2	0.000000	-253.2500
3	0.000000	-447.0800
4	36768.00	0.000000
5	32400.00	0.000000
6	5400.000	0.000000

SKENARIO 2

Reguler – Lembur – Sub Kontrak *InHouse* GG Kediri – Sub Kontrak *InHouse* GG Waru

Bulan Januari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 610,19X_{21} + 2.093,54X_{23} + 1.127,54X_{24} + 980,93X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{22} + X_{24} + X_{25} \geq 70.874,70$$

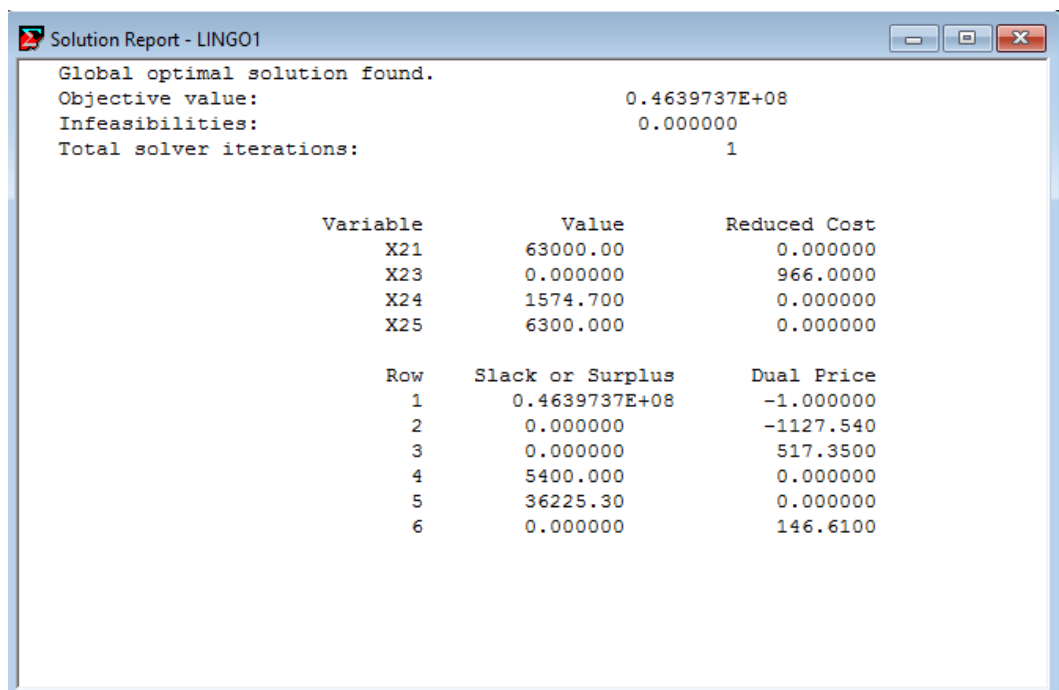
$$X_{21} = 63.000$$

$$X_{23} \leq 5.400$$

$$X_{24} \leq 37.800$$

$$X_{25} \leq 6.300$$

Solusi:



The screenshot shows the 'Solution Report - LINGO1' window. It displays the following information:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.4639737E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
X21	63000.00	0.000000
X23	0.000000	966.0000
X24	1574.700	0.000000
X25	6300.000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4639737E+08	-1.000000
2	0.000000	-1127.540
3	0.000000	517.3500
4	5400.000	0.000000
5	36225.30	0.000000
6	0.000000	146.6100

Bulan Pebruari 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 667,12X_{21} + 2.199,04X_{23} + 1.246,23X_{24} + 1.084,18X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 70.907,10$$

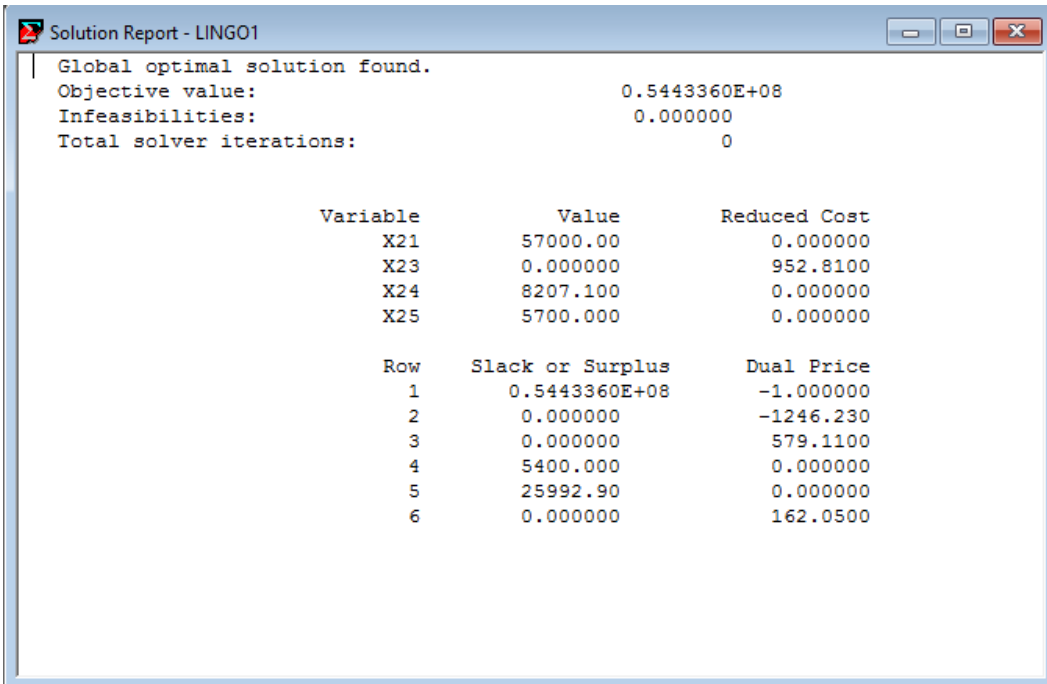
$$X_{21} = 57.000$$

$$X_{23} \leq 5.400$$

$$X_{24} \leq 34.200$$

$$X_{25} \leq 5.700$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.5443360E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        0
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	57000.00	0.000000
X23	0.000000	952.8100
X24	8207.100	0.000000
X25	5700.000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.5443360E+08	-1.000000
2	0.000000	-1246.230
3	0.000000	579.1100
4	5400.000	0.000000
5	25992.90	0.000000
6	0.000000	162.0500

Bulan Maret 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 2.082,23X_{23} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 70.939,50$$

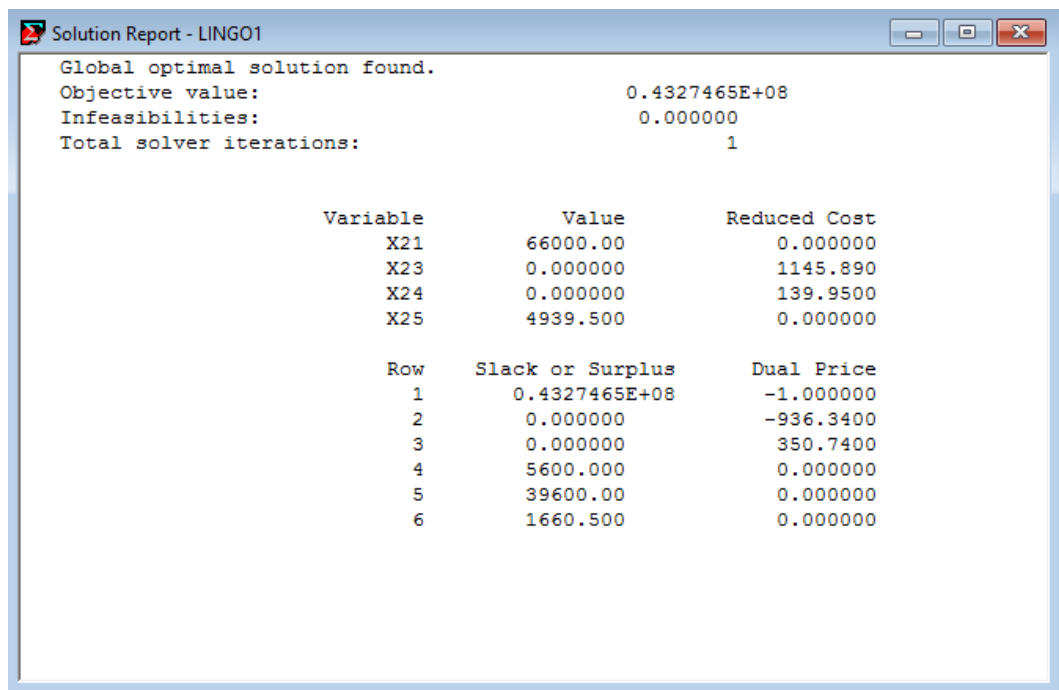
$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{23} \leq 5.600$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.4327465E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	66000.00	0.000000
X23	0.000000	1145.890
X24	0.000000	139.9500
X25	4939.500	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4327465E+08	-1.000000
2	0.000000	-936.3400
3	0.000000	350.7400
4	5600.000	0.000000
5	39600.00	0.000000
6	1660.500	0.000000

Bulan April 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 700,33X_{21} + 2.461,52X_{23} + 1.315,46X_{24} + 1.144,42X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 70.972,00$$

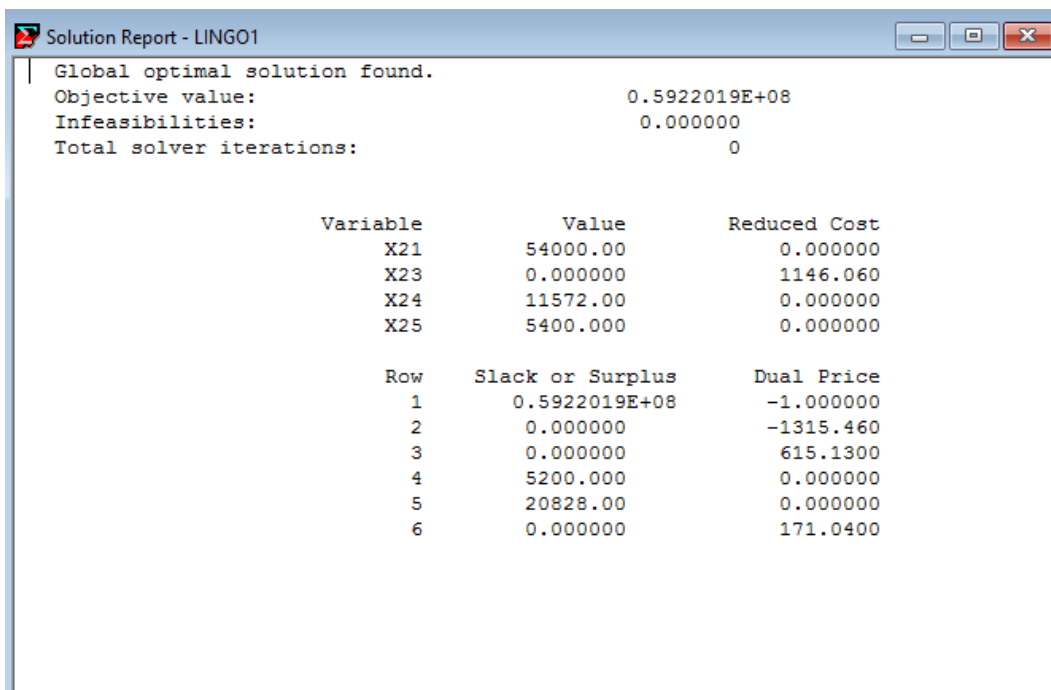
$$X_{21} = 54.000$$

$$X_{23} \leq 5.200$$

$$X_{24} \leq 32.400$$

$$X_{25} \leq 5.400$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The report text is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.5922019E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        0
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	54000.00	0.000000
X23	0.000000	1146.060
X24	11572.00	0.000000
X25	5400.000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.5922019E+08	-1.000000
2	0.000000	-1315.460
3	0.000000	615.1300
4	5200.000	0.000000
5	20828.00	0.000000
6	0.000000	171.0400

Bulan Mei 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 637,23X_{21} + 2.183,97X_{23} + 1.183,92X_{24} + 1.029,97X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.004,40$$

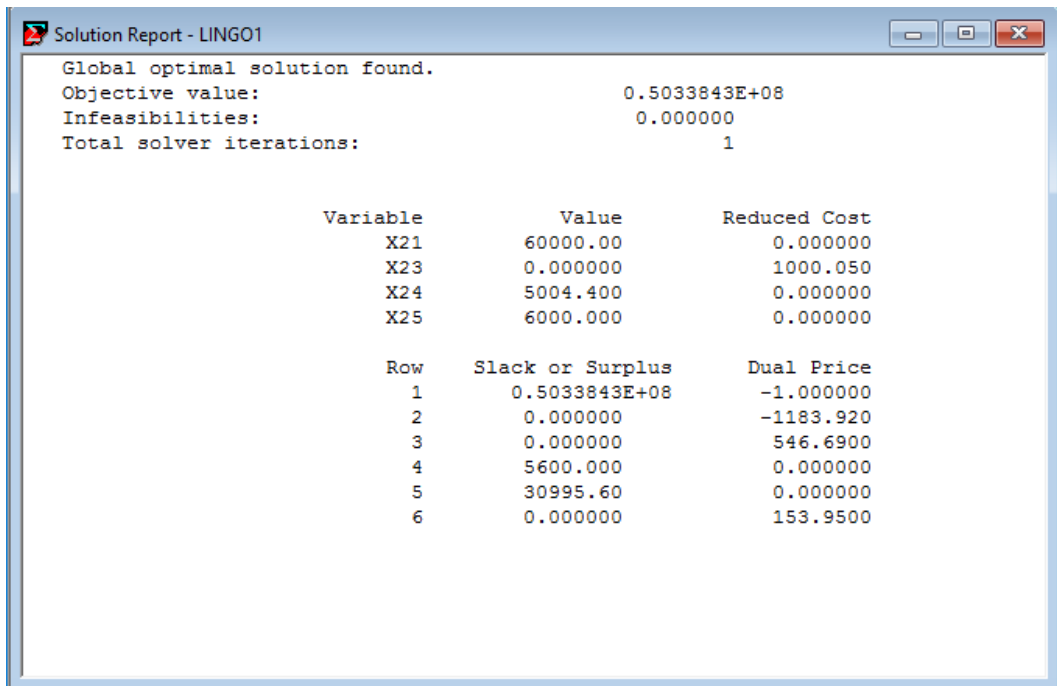
$$X_{21} = 60.000$$

$$X_{23} \leq 5.600$$

$$X_{24} \leq 36.000$$

$$X_{25} \leq 6.000$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". It contains the following text:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.5033843E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
X21	60000.00	0.000000
X23	0.000000	1000.050
X24	5004.400	0.000000
X25	6000.000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.5033843E+08	-1.000000
2	0.000000	-1183.920
3	0.000000	546.6900
4	5600.000	0.000000
5	30995.60	0.000000
6	0.000000	153.9500

Bulan Juni 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 779,21X_{21} + 2.785,34X_{23} + 1.479,89X_{24} + 1.287,47X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.036,90$$

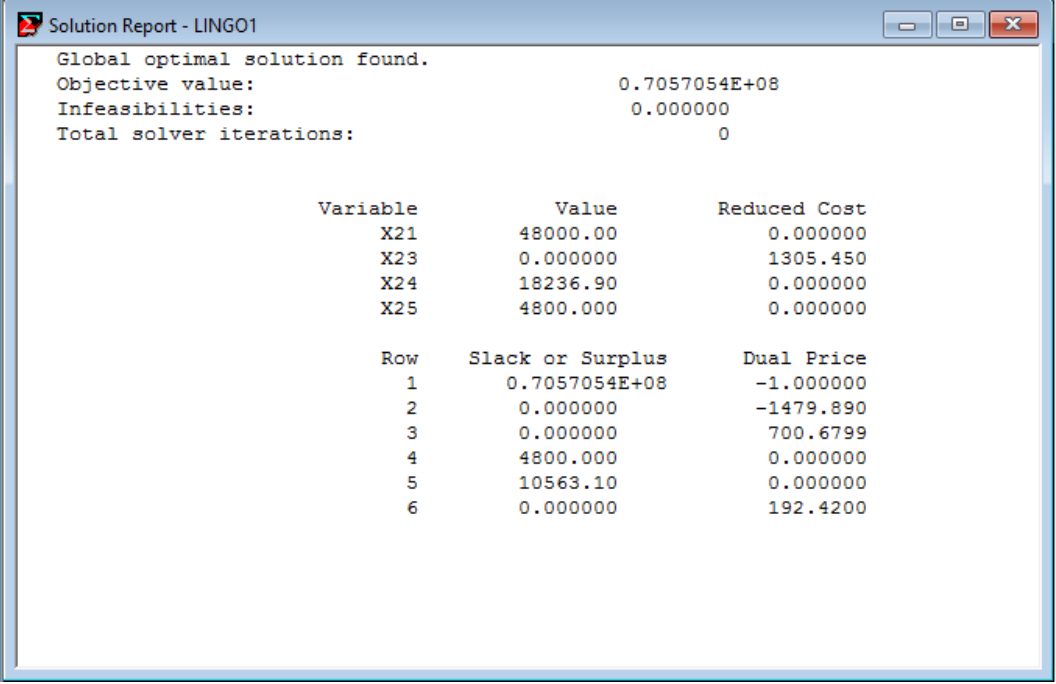
$$X_{21} = 48.000$$

$$X_{23} \leq 4.800$$

$$X_{24} \leq 28.800$$

$$X_{25} \leq 4.800$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.7057054E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        0
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	48000.00	0.000000
X23	0.000000	1305.450
X24	18236.90	0.000000
X25	4800.000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.7057054E+08	-1.000000
2	0.000000	-1479.890
3	0.000000	700.6799
4	4800.000	0.000000
5	10563.10	0.000000
6	0.000000	192.4200

Bulan Juli 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 610,19X_{21} + 2.093,54X_{23} + 1.127,54X_{24} + 980,93X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.069,40$$

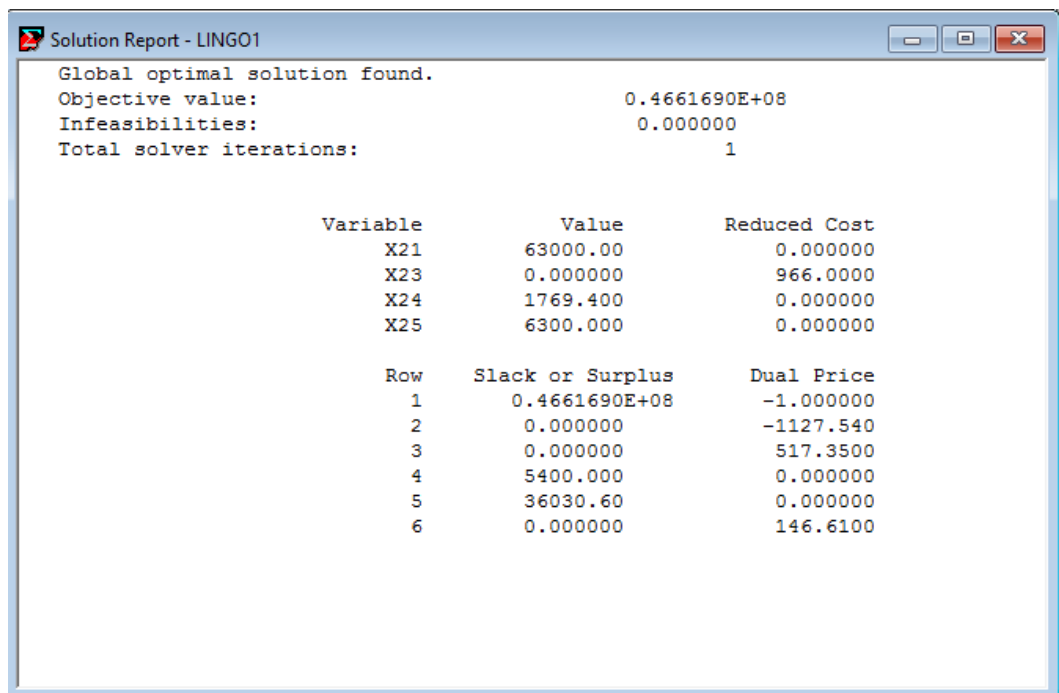
$$X_{21} = 63.000$$

$$X_{23} \leq 5.400$$

$$X_{24} \leq 37.800$$

$$X_{25} \leq 6.300$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.4661690E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	63000.00	0.000000
X23	0.000000	966.0000
X24	1769.400	0.000000
X25	6300.000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4661690E+08	-1.000000
2	0.000000	-1127.540
3	0.000000	517.3500
4	5400.000	0.000000
5	36030.60	0.000000
6	0.000000	146.6100

Bulan Agustus 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 2.082,23X_{23} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.101,90$$

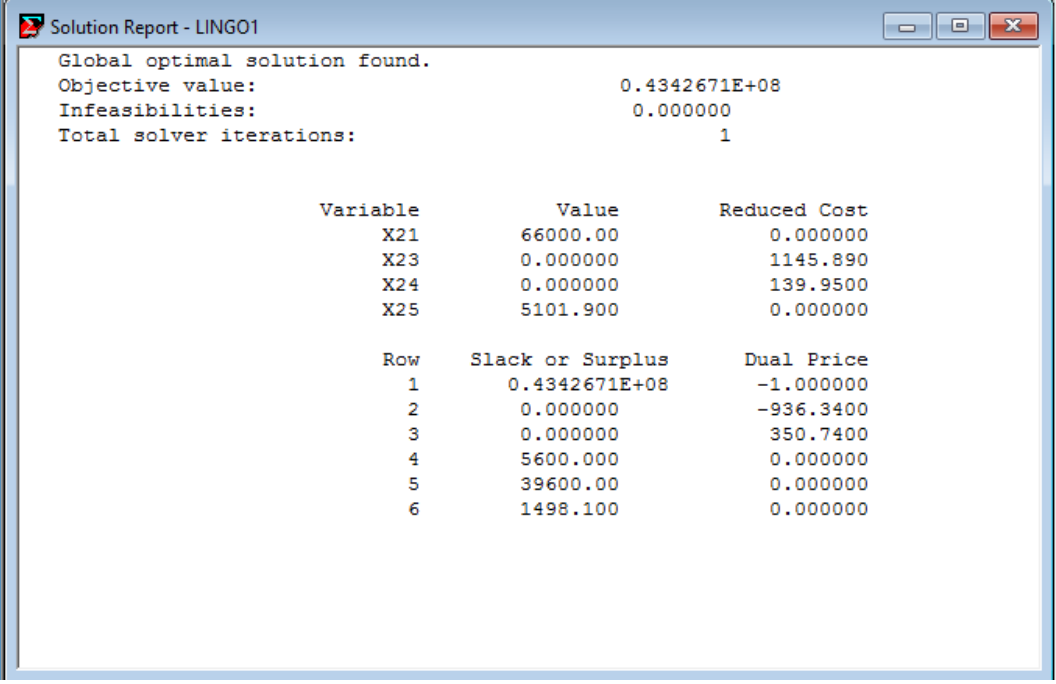
$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{23} \leq 5.600$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.4342671E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        1
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	66000.00	0.000000
X23	0.000000	1145.890
X24	0.000000	139.9500
X25	5101.900	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4342671E+08	-1.000000
2	0.000000	-936.3400
3	0.000000	350.7400
4	5600.000	0.000000
5	39600.00	0.000000
6	1498.100	0.000000

Bulan September 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 667,12X_{21} + 2.199,04X_{23} + 1.246,23X_{24} + 1.084,18X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.134,40$$

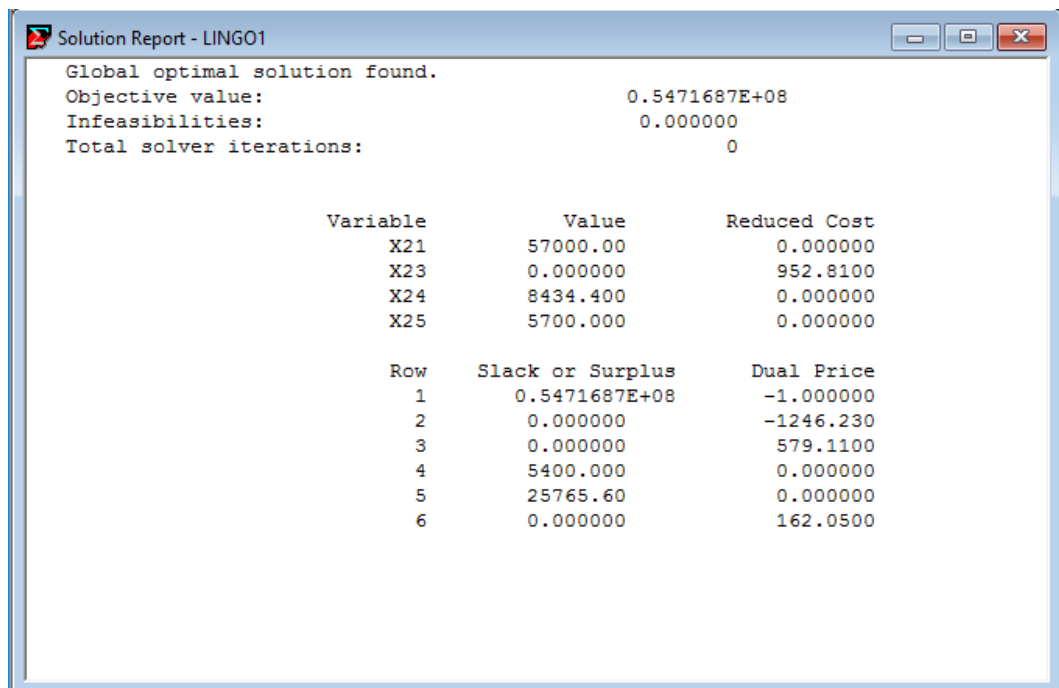
$$X_{21} = 57.000$$

$$X_{23} \leq 5.400$$

$$X_{24} \leq 34.200$$

$$X_{25} \leq 5.700$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.5471687E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X21	57000.00	0.000000
X23	0.000000	952.8100
X24	8434.400	0.000000
X25	5700.000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.5471687E+08	-1.000000
2	0.000000	-1246.230
3	0.000000	579.1100
4	5400.000	0.000000
5	25765.60	0.000000
6	0.000000	162.0500

Bulan Oktober 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 2.082,23X_{22} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.166,90$$

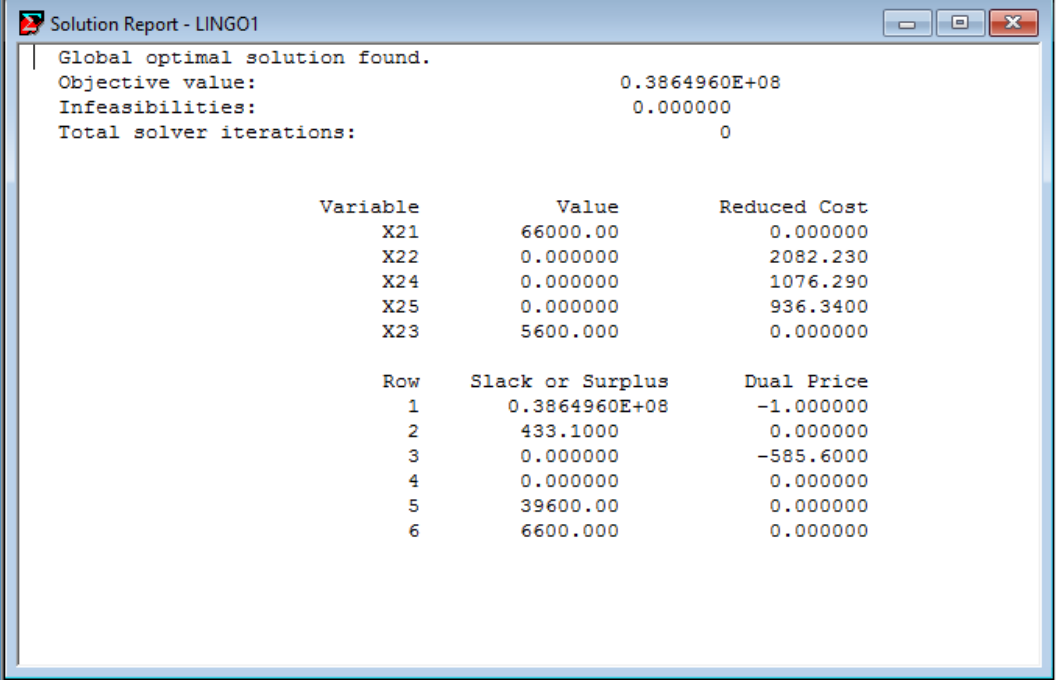
$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{23} \leq 5.600$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.3864960E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        0
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	66000.00	0.000000
X22	0.000000	2082.230
X24	0.000000	1076.290
X25	0.000000	936.3400
X23	5600.000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.3864960E+08	-1.000000
2	433.1000	0.000000
3	0.000000	-585.6000
4	0.000000	0.000000
5	39600.00	0.000000
6	6600.000	0.000000

Bulan Nopember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 585,60X_{21} + 2.082,23X_{23} + 1.076,29X_{24} + 936,34X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.199,40$$

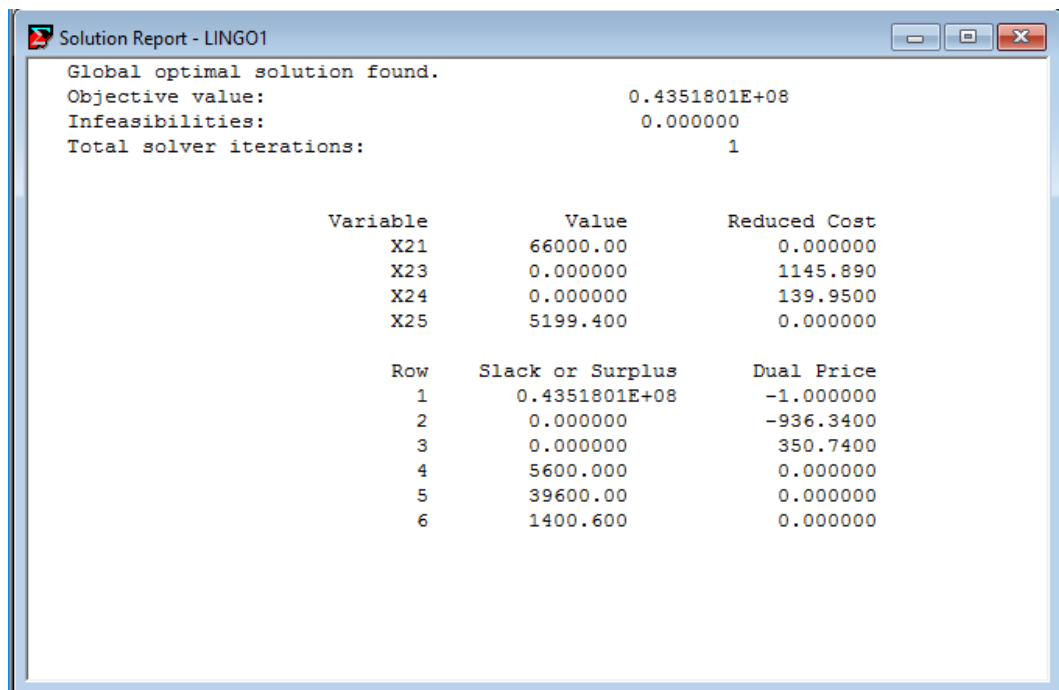
$$X_{21} = 66.000$$

$$X_{23} \leq 5.600$$

$$X_{24} \leq 39.600$$

$$X_{25} \leq 6.600$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

Global optimal solution found.
Objective value: 0.4351801E+08
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
X21	66000.00	0.000000
X23	0.000000	1145.890
X24	0.000000	139.9500
X25	5199.400	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4351801E+08	-1.000000
2	0.000000	-936.3400
3	0.000000	350.7400
4	5600.000	0.000000
5	39600.00	0.000000
6	1400.600	0.000000

Bulan Desember 2017

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } Z = 700,33X_{21} + 2.461,52X_{23} + 1.315,46X_{24} + 1.144,42X_{25}$$

Fungsi Kendala:

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \geq 71.232,00$$

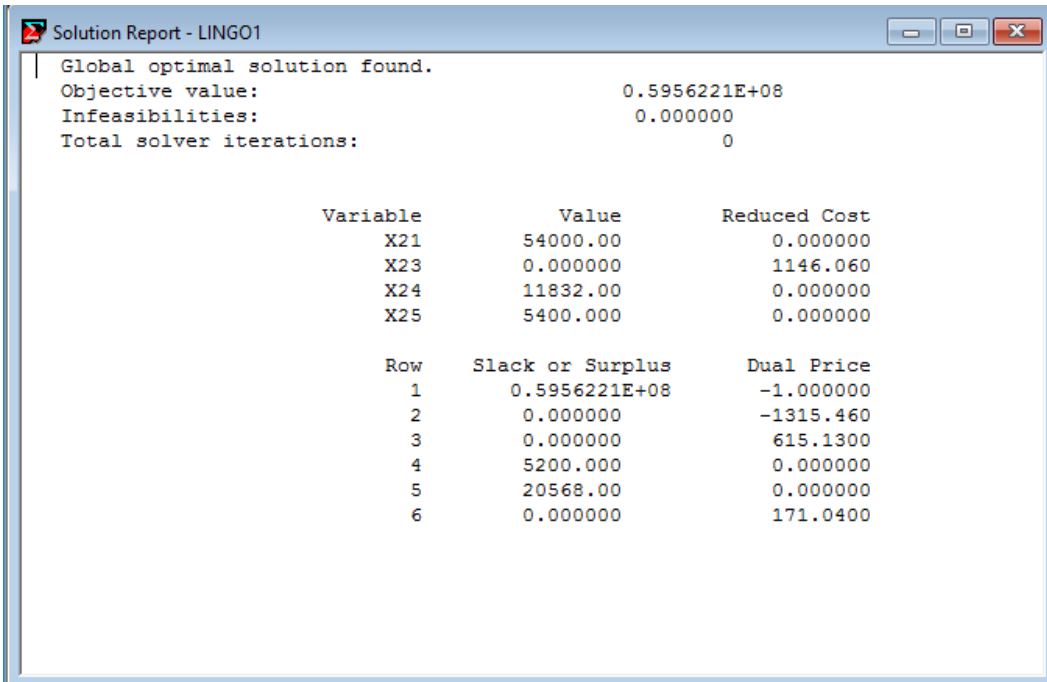
$$X_{21} = 54.000$$

$$X_{23} \leq 5.200$$

$$X_{24} \leq 32.400$$

$$X_{25} \leq 5.400$$

Solusi:



The screenshot shows a window titled "Solution Report - LINGO1". The text inside the window is as follows:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.5956221E+08
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        0
```

Variable	Value	Reduced Cost
X21	54000.00	0.000000
X23	0.000000	1146.060
X24	11832.00	0.000000
X25	5400.000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.5956221E+08	-1.000000
2	0.000000	-1315.460
3	0.000000	615.1300
4	5200.000	0.000000
5	20568.00	0.000000
6	0.000000	171.0400



Penulis dilahirkan di Situbondo, 19 April 1991 dan merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Cita-cita penulis sejak kecil adalah menjadi insinyur. Namun penulis menyadari bahwa kemampuan kompetensi penulis terbatas untuk melanjutkan kuliah di Teknik Elektro maupun Teknik Sipil ITB. Oleh karena itu penulis melanjutkan pendidikan di jurusan Kimia FMIPA ITB pada tahun 2008. Selama duduk di bangku kuliah, penulis sempat aktif di beberapa organisasi kemahasiswaan antara lain Himpunan Mahasiswa Kimia 'AMISCA' ITB dan Persatuan Sepakbola ITB, serta berbagai kegiatan Keluarga Mahasiswa ITB. Selain itu, penulis juga pernah melaksanakan Kerja Praktek di PT Petrokimia Gresik. Penulis juga pernah menjadi asisten dosen untuk mata kuliah Konsep Teknologi serta asisten praktikum untuk mata kuliah Kimia Dasar, Biokimia, Kimia Analitik, Kimia Fisik, dan Kimia Organik. Penulis berhasil menyelesaikan pendidikan S1 pada tahun 2012 dengan masa studi 8 semester. Setelah menyandang gelar Sarjana Sains (S.Si), penulis merintis karir sebagai karyawan di salah satu perusahaan multi nasional di bidang manufaktur tinta untuk kemasan. Dunia industri membuka minat penulis akan manajemen rantai pasok, oleh karena itu penulis memilih untuk melanjutkan pendidikannya ke jenjang S2 pada tahun 2013 jurusan Manajemen Industri di Program Studi Magister Manajemen Teknologi (MMT) ITS. Selama menjalani pendidikan di MMT ITS, penulis pernah menjadi salah satu pemakalah dalam *International Seminar of Contemporary Research in Business and Management 2017* yang diselenggarakan atas kolaborasi antara ABEST21, APMMI, MMT ITS, MM FEB UNAIR, MM FBE UBAYA, dan MM STIE PERBANAS pada bulan Juli 2017. Setelah menempuh masa studi 3,5 tahun, penulis berhasil meraih gelar S2 pada tahun 2017.